



PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO

**COMPARACIÓN DE FACTORES ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ENTRE UN
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL VIS
CONVENCIONAL Y UNO CON LA IMPLEMENTACIÓN EDGE EN BOGOTÁ**

**JEIMMY LORENA OCAMPO RODRÍGUEZ, Código 551522
HERSY EBERTO TARAZONA APONTE, Código 551479**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C
2020**

TRABAJO DE GRADO

**COMPARACIÓN DE FACTORES ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ENTRE UN
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL VIS
CONVENCIONAL Y UNO CON LA IMPLEMENTACIÓN EDGE EN BOGOTÁ**

**JEIMMY LORENA OCAMPO RODRÍGUEZ, Código 551522
HERSY EBERTO TARAZONA APONTE, Código 551479**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia
de Obras**

**DOCENTE
FRANCISCO JAVIER NOVEGIL
PhD FÍSICO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C**

2020



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	11
1. GENERALIDADES.....	13
1.1. LINEA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	14
1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
1.4. HIPÓTESIS	18
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. MARCOS DE REFERENCIA	3
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	3
3.2. MARCO TEÓRICO	6
3.3. MARCO JURÍDICO	9
3.4. MARCO GEOGRÁFICO	24
3.5. MARCO DEMOGRÁFICO	25
3.6. ESTADO DEL ARTE.....	25
4. METODOLOGÍA	28
4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO	28
4.1.1. FASE 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	28
4.1.2. FASE 2. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	28
4.1.3. FASE 3. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	28
4.1.4. FASE 4. IDENTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO/BENEFICIO.....	29
4.1.5. FASE 5. DESCRIPCIÓN DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS	29
4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	30

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	31
5. PRODUCTOS A ENTREGAR.....	33
6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS.....	34
6.1. ANÁLISIS DE VARIABLES	34
6.2. SIMULACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EDGE DE UN PROYECTO VIS A TRAVES DE LA PLATAFORMA EDGE BUILDINGS APP.....	39
6.2.1. ESCENARIO A:	39
6.3. ESCENARIOS POSIBLES DE CERTIFICACIÓN EDGE EN UN PROYECTO VIS 49	
6.3.1. ESCENARIO B.....	49
6.3.2. ESCENARIO C	53
6.4. COMPARACIÓN ESTRATEGIAS VS COSTOS	61
6.5. IMPACTO AMBIENTAL	66
6.6. ENTREGABLE	66
6.7. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	70
7. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO	71
8. CONCLUSIONES	72
9. BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS.....	78
ANEXO 1. <i>ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE IMPACTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL</i>	78
ANEXO 2. ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE UN PROYECTO VIS CON CERTIFICACIÓN EDGE FRENTE A UN PROYECTO SIN CERTIFICACIÓN EDGE	83
ANEXO 3. DASHBOARD	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
ILUSTRACIÓN 1. FASES DE DISEÑO.....	5
ILUSTRACIÓN 2. PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	7
ILUSTRACIÓN 3. OBJETIVOS HQE	8
ILUSTRACIÓN 4. OBJETIVOS REFERENCIAL CASA COLOMBIA	9
ILUSTRACIÓN 5. LÍNEA CRONOLÓGICA DEL MARCO NORMATIVO	21
ILUSTRACIÓN 6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	25
ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA CON SUS VARIABLES.....	29
ILUSTRACIÓN 8. PORCENTAJE DE VIVIENDA EN COLOMBIA.....	30
ILUSTRACIÓN 9 IMÁGENES DE UN APARTAMENTO TIPO VIS	40
ILUSTRACIÓN 10. INTERFAZ DEL APLICATIVO PARA CERTIFICACIÓN EDGE	41
ILUSTRACIÓN 11. INTERFAZ SOBRE LA ALIMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO A CERTIFICAR.....	41
ILUSTRACIÓN 12. VALOR DE LA RELACIÓN VENTANA/PARED	42
ILUSTRACIÓN 13. CALCULADORA DE REFLECTIVIDAD SOLAR (SR)	43
ILUSTRACIÓN 14. CONTROL SOLAR EXTERNO/FACTOR SOMBREADO	44
ILUSTRACIÓN 15. VALOR U DE AISLAMIENTO DEL TECHO	44
ILUSTRACIÓN 16. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADAS.	45
ILUSTRACIÓN 17. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DE AGUA IMPLEMENTADAS	47
ILUSTRACIÓN 18. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DE LOS MATERIALES	48
ILUSTRACIÓN 19. RENDIMIENTO TÉRMICO Y BAJA EMISIVIDAD EN LAS VENTANAS DE LOS APARTAMENTOS.....	50
ILUSTRACIÓN 20. GRÁFICA DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADAS EN EL ESCENARIO B.	51
ILUSTRACIÓN 21. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DEL AGUA IMPLEMENTADAS EN EL ESCENARIO B.	52
ILUSTRACIÓN 22. RESULTADO EL AISLAMIENTO DE TECHO IMPLEMENTADO EN EL ESCENARIO B.	52
ILUSTRACIÓN 23. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DE LOS MATERIALES EN EL ESCENARIO B.	53
ILUSTRACIÓN 24. VALOR U DE LAS MEDIDAS DE AISLAMIENTO DEL TECHO EN EL ESCENARIO C.....	54
ILUSTRACIÓN 25. USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL ESCENARIO C.	54
ILUSTRACIÓN 26. PORCENTAJE DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO IMPLEMENTADOS EN EL ESCENARIO C.	54
ILUSTRACIÓN 27. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADAS EN EL ESCENARIO C.	55
ILUSTRACIÓN 28. MEDIDAS DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA IMPLEMENTADAS EN EL ESCENARIO C.	55

ILUSTRACIÓN 29. GRÁFICA DE LAS MEDIDAS DE LA EFICIENCIA DEL AGUA IMPLEMENTADAS EN EL ESCENARIO C.	56
ILUSTRACIÓN 30. MEDIDAS DE DISMINUCIÓN DE MATERIALES RESPECTO A MUROS DIVISORIOS Y DE FACHADA	56
ILUSTRACIÓN 31. GRÁFICA DE MEDIDAS DE EFICIENCIA DE MATERIALES IMPLEMENTADA EN EL ESCENARIO C.	57
ILUSTRACIÓN 32. PÁGINA DE INICIO	67
ILUSTRACIÓN 33. INTERFAZ DE INTERACCIÓN DEL USUARIO	68
ILUSTRACIÓN 34 INTERFAZ DE NUEVOS REGISTROS EN LA BASE DE DATOS	69
ILUSTRACIÓN 35. INTERFAZ PARA CREACIÓN DE NUEVAS LECCIONES APRENDIDAS	69
ILUSTRACIÓN 36.LISTA DE CHEQUEO	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. MARCO NORMATIVO	23
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DEL AGUA	35
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	36
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN MATERIALES.....	37
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE DEL IMPACTO COSTO/PRESUPUESTAL	38
TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES SOCIALES.....	38
TABLA 7. TIPOS DE APARTAMENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN EDGE	39
TABLA 8. RESULTADOS DE REDUCCIÓN DE ENERGÍA, AGUA Y CONSUMO DE MATERIALES EN EL ESCENARIO A.....	49
TABLA 9. RESUMEN DEL ESCENARIO B.	53
TABLA 10. RESUMEN DEL ESCENARIO C.....	57
TABLA 11. CONSOLIDADO ESCENARIOS PLANTEADOS. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA 12. TABLA COMPARATIVA DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS	62
TABLA 13. PRESUPUESTO DE UN PROYECTO VIS SIN CERTIFICACIÓN EDGE	63
TABLA 14. TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL ESCENARIO A.	64
TABLA 15. TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL ESCENARIO B.	65
TABLA 16. TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL ESCENARIO C.	65
TABLA 17. CATEGORIZACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	78
TABLA 18. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DEL AGUA	78
TABLA 19. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DEL AGUA	79
TABLA 20. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	79
TABLA 21. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	80
TABLA 22. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO EN LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN LOS MATERIALES	80
TABLA 23. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN LOS MATERIALES	80
TABLA 24. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO EN LA VARIABLE DE COSTO PRESUPUESTAL	81
TABLA 25. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA VARIABLE DE COSTO PRESUPUESTAL.....	81
TABLA 26. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO EN LA VARIABLE SOCIAL.	81
TABLA 27. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA VARIABLE SOCIAL.....	82
TABLA 28. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LA VARIABLE DEL VALOR AGREGADO.....	82
TABLA 29. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA VARIABLE DEL	

VALOR AGREGADO.....	82
TABLA 30. ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE UN PROYECTO VIS EN EL ESCENARIO A-B-C Y 0.....	83

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
ECUACIÓN 1. CÁLCULO DEL % DE PROPORCIÓN DE VIDRIO EN LA FACHADA	42

INTRODUCCIÓN

En América Latina, gran parte de la población carece de una vivienda digna. Esta situación, se ha considerado un problema social de gran repercusión. Es así que cerca del 40% de las familias residentes de áreas urbanas se han visto afectadas por esta problemática. Este es el caso de más del 25% de los pobladores sector urbano quienes deben residir en asentamientos informales, lo cual genera gran riesgo social y de salubridad. Dicho efecto se debe a que gran parte de los lugares de vivienda carece de servicios públicos, además de albergar a un gran número de personas y generar condiciones de hacinamiento (CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - CAMACOL, 2018).

El crecimiento acelerado del número de asentamientos informales y la magnitud de su alcance llevó a que el Banco Mundial en cabeza de Luis Triveño, especialista en Desarrollo Urbano, propusiera cuatro estrategias necesarias para contener o mitigar este suceso. En primer lugar, se plantea que el gobierno central a través de las políticas nacionales ejecute programas eficientes, que se encuentren alineados a con las acciones de las administraciones locales. En segunda instancia, se menciona la necesidad de fortalecer y ampliar el portafolio de soluciones habitacionales para la población (subsidios, incremento de la oferta de vivienda, asequibilidad a las viviendas).

Como tercera alternativa se menciona que proyectos de innovación urbana orientados a la renovación de las áreas urbanas, uso de suelo, cooperación entre el sector privado y público, y que además incluyan el desarrollo de vivienda social, deben recibir financiación. Como cuarta y última se expone la importancia de adoptar tecnologías de construcción resilientes y respetuosas con el medio ambiente (BANCO MUNDIAL BIRF - AIF, 2016). Basados en estos parámetros los países miembros de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC) (dentro de los que se encuentra Colombia), generaron políticas para incentivar la igualdad y la adquisición y/o remodelación de viviendas dignas para poblaciones con medianos y pequeños ingresos.

Aunque en Colombia el derecho a la vivienda digna es reconocido por el artículo 51 de la Constitución Política, cerca de 18,2 millones de colombianos viven en estado de déficit habitacional (Jiménez, 2020). Este panorama dio lugar a que el Banco Mundial aprobara un préstamo de 40 millones de dólares para la ejecución del programa de macroproyectos de Viviendas de Interés Social (VIS). De manera que se beneficiaran más de 10.000 familias de bajos ingresos (BANCO MUNDIAL, 2011). Gracias a ello y de acuerdo con reportes oficiales del Ministerio de vivienda, en el último semestre de 2019, se iniciaron obras para 30.149 viviendas entre casas y apartamentos. De éstas, cerca de 14.047 fueron unidades de proyectos VIS (Jiménez, 2020), que implementaron alivios financieros a través de la reducción de tasas de interés y subsidios a la vivienda como Mi Casa Ya (BANCO MUNDIAL, 2019).

La fabricación de viviendas con condiciones óptimas y de precios asequibles, es un objetivo de gran relevancia y ampliamente destacado dentro del Plan de Desarrollo del Gobierno nacional. Junto a este hecho, el incremento en la demanda por este tipo de construcciones, ha generado un cambio en la visión del gremio Constructor nacional y la modificación de su sistema de operación. De manera que han pasado de construir de entre 30 y 50 viviendas de estratos altos a más de 300 unidades de vivienda digna a precios competitivos. Las edificaciones tipo VIS se caracterizan por tener un diseño innovador garante de su habitabilidad y urbanización, el cual además debe garantizar una adecuada relación entre precio/área (DINERO, 2001).

El desarrollo de proyectos de construcción VIS implica además de la agilidad en procesos de producción en masa, la búsqueda del equilibrio entre ambiente, economía y sociedad. Por ende, la ubicación, el diseño de los espacios, los materiales empleados, así como los impactos generados, deben propender por el uso sostenible de los recursos naturales a corto mediano y largo plazo. La elaboración de edificaciones que recuden el consumo de agua y energía no solo disminuyen los gastos de las familias, sino que también minimizan los impactos generados sobre los sistemas naturales durante la obtención de estos recursos (La Vivienda de Interés Social en Colombia, principios y retos, 2012).

Adoptar tecnologías de construcción resilientes y respetuosas con el medio ambiente generó la necesidad de consolidar metodologías que permiten determinar de forma rápida y fácil la forma más rentable de construir edificaciones amigables con el medio ambiente. Estos documentos de referencia se conocen como certificaciones, y dentro de éstas se destacan: Excellence in Design for Great Efficiency (EDGE), Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREAM), CASA COLOMBIA y Haute Qualité Environnementale (HQE). Su aplicabilidad se asocia de manera directa con la necesidad específica de cada proyecto. De manera independiente, pero como objetivo principal y común de las certificaciones se encuentra el mejoramiento de los parámetros ambientales y el ciclo de vida de los recursos naturales (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016).

El presente proyecto hará uso de la certificación EDGE, la cual presenta estrategias ambientales orientadas al ahorro del consumo de agua y energía. EDGE integra un software que permite al usuario relacionar el ahorro porcentual en el consumo con las características del material. Además de relacionar materiales óptimos para la elección de alternativas confiables y de bajo costo. Por lo anterior, el propósito de este proyecto es comparar el costo de una construcción convencional con una certificada, identificando la inversión inicial y el retorno de ésta tanto para el proyecto como para los usuarios finales; aportando a la reducción del costo de servicios públicos, la huella de emisiones de la edificación y el consumo de los recursos naturales.

1. GENERALIDADES

1.1. LINEA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo del proyecto se enfocará en la caracterización de materiales necesarios para la construcción sostenible basada en la certificación EDGE para un proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS) ubicado en la ciudad de Bogotá; el cual se acogió a la línea de investigación Gestión y Tecnología para la Sustentabilidad de las Comunidades y los Materiales, del grupo de investigación GRIIS de la Facultad de Ingeniería.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la construcción y venta de bienes inmuebles es una de las actividades más influyentes del sector económico. El crecimiento acelerado de este movimiento comercial en el país es notorio. De acuerdo con cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) aporta cerca del 13.3% al PIB nacional. En relación a este importante aporte, el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) acota la relevancia de encaminar las construcciones a ser sostenibles. Aún más cuando se trata de proyectos de gran impacto como los de vivienda de interés social (VIS) y vivienda de interés prioritario (VIP). Este conjunto de obras representa el 10.7% del 13.3% reportado para el sector de construcción. Este hecho genera una gran responsabilidad para sus actores principales quienes deben velar por la priorización de uso de estándares que permitan hacer buen uso de los recursos naturales (DANE, 2020).

Es por esto que, los parámetros ofrecidos por las diferentes certificaciones energéticas podrían facilitar la implementación de procesos constructivos enmarcados en la sostenibilidad ambiental. En el caso del VIS y VIP, los cuales manejan un presupuesto limitado, la certificación EDGE constituye una herramienta de gran utilidad que permite minimizar el impacto económico-ambiental que generan las construcciones. Adicionalmente, su aplicación permitirá visualizar efectos positivos y necesarios en la transformación del sector desde su orientación tradicional a un enfoque de alto rendimiento que reduce el consumo y promueve la conservación y mejor aprovechamiento de los recursos. Este cambio dará un valor agregado para el usuario final que se verá representado a un largo plazo, y no incurrirá en gastos mayores para la adquisición de su vivienda (Desempeño reciente del sector construcción y perspectivas 2020, 2020).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, esta investigación permitirá responder el siguiente cuestionamiento: qué relación beneficio-costos conlleva la implementación de la certificación EDGE en un proceso constructivo VIS respecto al proceso constructivo tradicional, de esta forma se realizará una comparación entre los dos procesos constructivos determinando que implicaciones económicas y

ambientales se tienen, generando así herramientas para la toma de decisiones de los directores de proyectos de estos sistemas constructivos.

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La certificación EDGE se hizo visible en Colombia en 2018 mediante un aliado estratégico: la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), ente que insta a la construcción sostenible y eficiente. En el país existe el compromiso de reducir el 20% de las emisiones CO₂ y en el consumo de energía para el año 2030. Para ello, conviene fortalecer e implementar novedosos estándares internacionales, que permitan masificar las edificaciones sostenibles en el país. A la fecha, existen 68 proyectos enmarcados en la propuesta de certificación de diseño de EDGE, de este conjunto, quince ya fueron certificados. En tanto que las propuestas restantes se encuentran en proceso de evaluación. Estas obras de construcción se ubican en las principales y más pobladas urbes del país: Bogotá, Medellín, Pereira, Barranquilla y Cali.

El conjunto Alegre ubicado en la ciudad de Manizales, se conoce y destaca como el primer diseño de Vivienda de interés social-VIS en alcanzar la certificación internacional de sostenibilidad EDGE . (Jaramillo, 2018) Este proyecto permitirá favorecer a más de 350 familias que dispondrán de cómodas viviendas que proveerán calidad de vida y ahorro en servicios públicos derivados de la construcción sostenible.

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta lo detallado anteriormente, esta investigación dará respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué relación beneficio-costos conlleva la implementación de la certificación Edge en un proyecto de construcción VIS respecto al proceso constructivo tradicional?

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

Se debe tener en cuenta que las variables a manejar en este proyecto abarcan dos factores fundamentales que son ambientales y económicos; los cuales se describen a continuación:

- Dependientes

Teniendo en cuenta que la investigación se limitará a un proyecto tipo de vivienda VIS; en donde no presenta acabados y lo que se entrega al usuario final es simplificado con precios cómodos para no incurrir en sobrecostos. Por lo tanto, se contemplarán las siguientes variables:

- ✓ Consumo de agua en los aparatos hidráulicos y sanitarios (litros/segundos).

- ✓ Consumo de energía - bombillas ahorradoras (Watt) y controles de iluminación en zonas comunes sensores (watt/segundos).
- ✓ Dispositivos de bajos consumo (lavadoras/neveras) (litros/segundo).

- Independientes

Se pueden considerar variables independientes a los materiales, que inciden directamente en los procesos constructivos del proyecto VIS; los cuales puedan tener una incidencia positiva o negativa en la comparación presupuestal que se realizará.

- ✓ Consumo de agua para la ejecución de la construcción (litros/segundo).

- Cuantitativas

Para la generación del comparativo entre un proyecto tipo VIS construido tradicionalmente y uno ajustado con los requerimientos de la certificación EDGE se necesita contemplar variables como:

- ✓ Impacto positivo o negativo al costo presupuestal.
- ✓ El impacto ambiental que está cohesionado al tiempo y al buen uso de los materiales (“acabado”).

- Cualitativas

Se tienen en cuenta las siguientes variables:

- ✓ Los beneficios sociales (matrices de ventajas y desventajas).
- ✓ Valor agregado que se le atribuye a la vivienda de interés social, que van dirigidas a personas con medianos y bajos ingresos (comparación de costos/beneficios).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El déficit habitacional en América Latina ahora es de 22.7 millones de viviendas (Ramirez, y otros, 2011) , Lo cual, genera problemas presentes y futuros para la adquisición de vivienda en la población de medianos a bajos y bajos ingresos. Es por esto, que los países latinoamericanos han generado políticas de apoyo para destinar recursos a la construcción de viviendas aptas que permitan suplir a las necesidades habitacionales de cada hogar. Este hecho se evidencia por la inversión que hace el sector público en América Latina al gremio de construcción y que en promedio es de e 1.5 puntos de su PIB. En este aspecto, debido al número porcentual de su aporte se destacan países como Brasil y México, que predestinan de 1.9 a 2, en términos de su PIB (Ramirez, y otros, 2011).

En el caso de Colombia según las cifras del DANE para el segundo trimestre del año 2020 se tiene un área total disponible para vivienda, de las cuales el 74,3% correspondió a vivienda No VIS y el 25,7% a vivienda de interés social (DANE, 2020), la cual esta última ha venido creciendo paulatinamente desde el año 2015, debido al crecimiento poblacional y a la optimización del uso del suelo a lo ancho y largo del territorio nacional.

En Colombia de acuerdo con el Boletín Técnico de Vivienda del DANE para el cuarto trimestre de 2020, del área destinada a vivienda (27.077.496 m²), el 72,4% correspondió a proyectos distintos de VIS y el 27,6% a vivienda de interés social. Este último factor ha mostrado un gran crecimiento paulatino desde el año 2015, debido al crecimiento poblacional y a la optimización del uso del suelo en el territorio nacional. Esta entidad (DANE), también ha previsto un aumento significativo en la ocupación de viviendas, que se espera pase de aproximadamente 14 mil millones en 2018 a 28 mil millones para el año 2050 (DANE, 2018), lo que se supone un incremento de aproximadamente el 50%.

Dicha emergencia económica y poblacional simboliza un reto para esta industria que debe desarrollar productos de buena calidad tendientes no solo a la satisfacción de la gran solicitud de un derecho esencial, sino que ejemplifiquen el cumplimiento de altos estándares y sienten bases sólidas que promuevan el cambio en los objetivos que se persiguen con los nuevos proyectos de construcción de Viviendas de Interés Social (VIS).

La transformación del mercado está siendo directamente influenciada por nuevas ideologías, tipos de pensamiento y distintas nociones de lo esencial. En lo que respecta a la adquisición de vivienda se considera necesaria, indispensable y primordial la sostenibilidad ambiental y social. Para las generaciones actuales y futuras es notoria la búsqueda de edificaciones que provean confort, tengan un bajo costo, en dónde, además se visualice la optimización de espacios y la presencia de ambientación 'verde'.

De acuerdo a esto, es necesario que las constructoras modifiquen el mecanismo tradicional por uno en el que predomine la calidad del producto, la minimización del impacto ambiental, la reducción en el consumo de recursos y en el que el valor final del producto sea justo y profesional. Para dar cumplimiento a esta premisa es fundamental hacer uso de documentos guía que hacen uso de distintas herramientas tecnológicas. Que además tienen alcance durante todas las fases del proyecto, ayudan a regular costo/beneficio al bien y permiten generar un valor agregado al inmueble.

Estos instrumentos de referencia se conocen comúnmente como certificaciones. En Colombia las más reconocidas son: LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design), HQE (Haute Qualité Environnementale), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), EDGE

(Excellence in Design for Great Efficiencies) y El Referencial CASA Colombia “para el Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales Sostenibles” (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016).

Estas notificaciones (exceptuando la última), son de ámbito internacional y se caracterizan por generar procesos constructivos sostenibles. La selección de cuál de éstas se debería aplicar, depende del tipo de proyecto a realizar; dado que cada una tiene sus características, ventajas y costos de ejecución. Para proyectos de Vivienda de Interés Social, ya que se busca una solución veloz, simple y asequible (BIOCONSTRUCCIÓN Y ENERGIA ALTERNATIVA, 2019) se puede aplicar la certificación EDGE o CASA COLOMBIA, que permiten implantar dichas peculiaridades puntuales.

Una de las mayores diferencias entre estos estándares radica en el costo de aplicación. Y es que CASA Colombia (propia del país), requiere del acompañamiento de un profesional relacionado con el área, durante todo el proceso de ejecución, lo que genera un valor adicional. A diferencia de EDGE que emplea un software de acceso gratuito con exigencias flexibles, altamente intuitivo y que puede ser utilizado por los ejecutores desde el momento de diseño de las propuestas. Esto, permite acoger las recomendaciones y los parámetros desde las fases previas al inicio de obras. Además, cuenta con un amplio respaldo internacional que encamina a la continuidad en mejoras de la edificación de manera que se pueda complementar dicha edificación con una certificación LEED.

El sistema EDGE se orienta en la construcción de edificios más eficientes, a través de la evaluación de costos. De manera que se pueda elegir una opción de fabricación que permita el ahorro en energía y agua. En pocos minutos la plataforma electrónica hace visible cómo instaurar algunas de las medidas prácticas de ahorro de energía y agua pueden mejorar el rendimiento del edificio con poco o ningún costo adicional. Si bien puede ser argumentado que el costo de sus diseños, construcción y certificación puede ser alto, su implementación es asequible en el mercado de construcción de viviendas VIS y tiene un valor adicional al reducir las tasas de consumo en el usuario final.

Por todo lo anterior este proyecto busca realizar la comparación entre la relación costo/beneficio ambiental y económico al momento de realizar un proyecto de vivienda VIS tanto de la forma tradicional como con los parámetros solicitados por la certificación EDGE en la ciudad de Bogotá. Esto a fin de generar tipos de lecciones aprendidas para que el gerente de proyectos tenga argumentos al momento de sustentar un presupuesto de un proyecto VIS con el valor agregado de una construcción sostenible.

1.4. HIPÓTESIS

De acuerdo a la comparación de la relación costo-beneficio de la construcción de una vivienda vis tradicional y una con la aplicación de los criterios de la certificación EDGE, se puede suponer que el costo será aproximadamente un 20% mayor, pero este a su vez se verá recuperado por parte de los usuarios finales con el ahorro de servicios públicos y generará reconocimiento a la constructora por el valor agregado en sus bienes y la disminución del impacto ambiental en su proceso constructivo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar los factores económicos y ambientales que intervienen en el proceso constructivo de una vivienda de interés social (VIS) convencional respecto a una con certificación EDGE en un proyecto del Barrio Madelena en la ciudad de Bogotá.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las variables constructivas de carácter económico y ambiental en un proyecto constructivo de vivienda de interés social (VIS) en Bogotá.
- Simular mediante el software EDGE el proceso constructivo de un proyecto VIS (Vivienda de Interés Social) en Bogotá.
- Analizar los beneficios económicos y ambientales de un proyecto VIS con certificación EDGE frente a un proyecto sin certificación EDGE.
- Realizar una lista de chequeo con las lecciones aprendidas como ayuda para la toma de decisiones de futuros gerentes de proyectos similares.

3. MARCOS DE REFERENCIA

3.1. MARCO CONCEPTUAL

El presente proyecto se encuentra enmarcado en una comparación en el sector de la construcción de viviendas de interés social en Bogotá, contemplando la relación costo/beneficio ambiental y económico de una construcción tradicional versus una con certificación EDGE. Por lo que su desarrollo se fundamenta en los siguientes conceptos o definiciones.

Vivienda de Interés Social (VIS): De acuerdo con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social es aquella que se construye para garantizar el derecho a la vivienda para familias con bajos. En relación a este tipo de obras, es necesario acotar que a través del Plan Nacional de Desarrollo cada gobierno instaure el tipo y valor de las contribuciones que hará al sector. Teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2018)

Certificación de construcción sostenible: Las certificaciones ambientales de edificios tienen origen en la necesidad de que el sector de la edificación, para acelerar su cambio hacia prácticas sostenibles, disponga de un medio simple para identificar el comportamiento ambiental de sistemas tan complejos como lo es la construcción de edificios, generalmente se desarrolla en todas las fases del proceso constructivo o en solo una específicamente. Los aspectos más relevantes para evaluar y certificar son la vida útil del proyecto, el consumo de agua antes, durante y después del proyecto, la calidad de los materiales de construcción, disposición de residuos y todo lo referente sobre la construcción sostenible (León Arevalo, 2018).

Eficiencia energética: Se refiere al objetivo de reducir la energía necesaria para elaborar u ofertar productos y servicios. En construcción, la eficiencia energética agrupa acciones que se toman tanto del lado de la oferta como del de la demanda, y que buscan el bienestar del comprador, mejorar la seguridad del suministro sin afectar la producción, permitiendo. Lo que lograría hacer ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas (Poveda, 2007).

Eficiencia de recursos: Este término refiere el uso sostenible de los recursos limitados de la Tierra. Por lo que se relaciona la generación de productos

utilizando menos recursos y consumiendo de modo diferente. Lo anterior para promover un nuevo modelo más sostenible, disociando el crecimiento económico del uso de recursos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); aplicando el término «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta» (La gestión eficiente de recursos en la Unión Europea: alcance e impacto de la normativa europea para una economía más sostenible y circular, 2016).

EDGE (Excellence in Design for Great Efficiencies): Certificación que busca promover la construcción sostenible en el mercado colombiano. Este sistema cuenta con el respaldo de la Corporación Financiera Internacional y CAMACOL. Fue diseñada especialmente para mercados emergentes. Con EDGE se busca impactar de forma inversa la cantidad de agua y energía eléctrica que se consume durante la fabricación y posterior a la habitación de las edificaciones. Con lo que se fomentan el uso de buenas prácticas, la innovación en torno al uso de materiales y la reducción de la huella de carbono generada por la industria de la construcción (EDGE, IFC, CAMACOL, 2017).

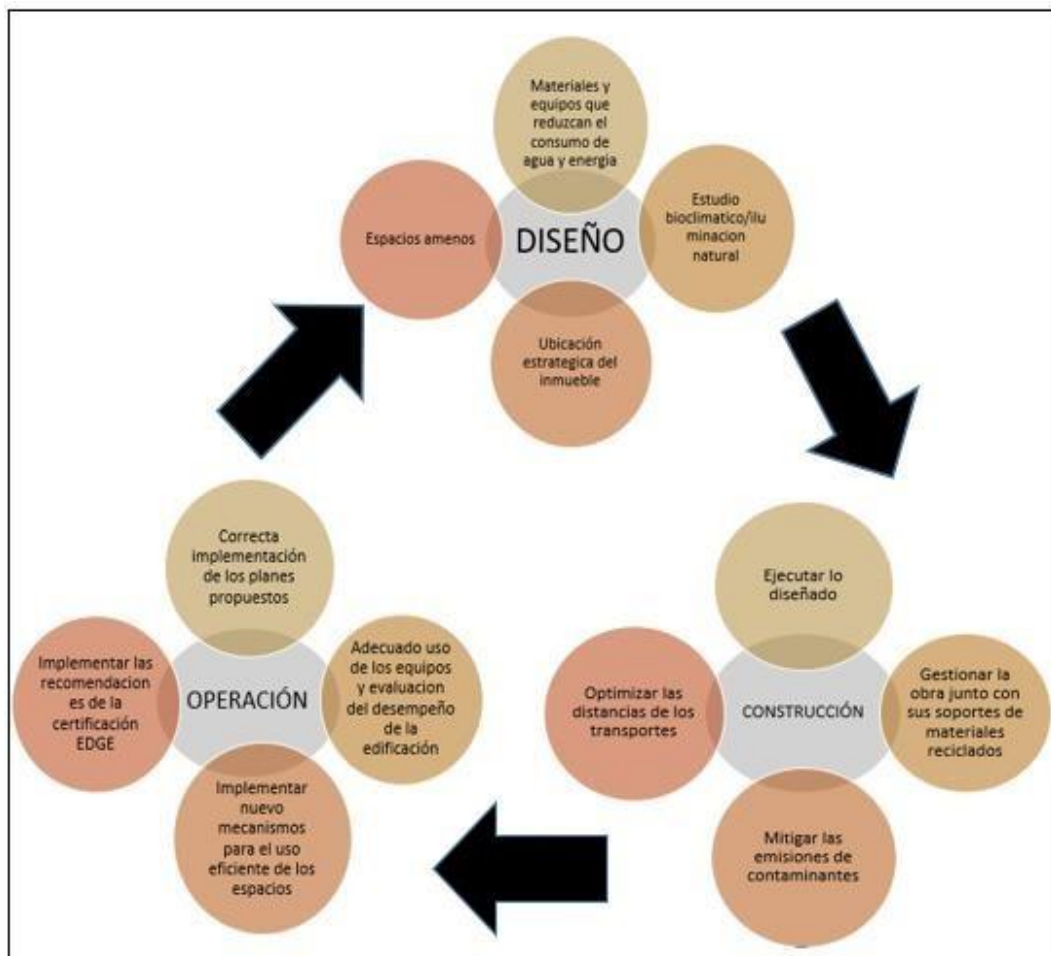
Sostenibilidad: Un sistema es sostenible cuando el "valor" neto del producto obtenido, puede ser o no económicos no disminuye en el tiempo (Gallopín, 2003).

Desarrollo sostenible: La definición de desarrollo sostenible que se cita con mayor frecuencia es la propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo: *"desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias"* (Gallopín, 2003).

Construcción sostenible: Este término abarca diferentes aspectos, que vienen desde el diseño, la construcción y la operación de edificios que son responsables y generosos con el medio ambiente. Aspecto que no afecta el beneficio económico y que además provee ambientes de vivienda y trabajo saludables. Estos han sido pensados y fundamentados desde el diseño arquitectónico, promoviendo un adecuado uso y reutilización de los recursos naturales. Así como la diversificación energética con una óptima selección de materiales y tecnificación del uso en procesos constructivos (Stella del Pilar Ortega Canales, 2020).

De esa forma, para las fases de diseño, construcción y operación la sostenibilidad se aplica en cada una de manera como se muestra en la ilustración 1- Fases de diseño; la cual describe las características puntuales de cada una y como se complementan mutuamente entre ellas.

Ilustración 1. Fases de Diseño.



Fuente: *Elaboración Propia.*

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS): es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en el año 2008, la cual está comprometida con elevar el nivel de sostenibilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y existentes de las ciudades en Colombia buscando que para el año 2030 todas las edificaciones sean sostenibles (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2008).

Bono Verde: Los bonos verdes son un instrumento de deuda de renta fija, donde los recursos se aplicarán exclusivamente a financiar proyectos ambientales.

Bonos Sostenibles: Los recursos se utilizan para financiar proyectos con beneficios ambientales y sociales.

3.2. MARCO TEÓRICO

La industria de construcción ha tenido alta influencia en el desarrollo de Colombia, tanto en sus estructuras viales como en sus edificaciones económicas y el bienestar de la comunidad. Este sector se encuentra continuamente en interacción con el medio ambiente teniendo como prioridad el respeto y la conservación de los recursos naturales. La construcción sostenible quiere hacer énfasis en viviendas de interés social a nivel local e internacional con punto de referencia en la normativa colombiana, la implementación de criterios de sostenibilidad en los procesos de construcción de vivienda de interés social. (Cruz, y otros, 2019).

El presente marco teórico permite identificar variables que serán utilizadas en la estructura de la propuesta de costos y diseños metodológicos para la gerencia de obras de proyecto de vivienda interés social (VIS) (Cruz, y otros, 2019). La gestión ambiental es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país. Se da comienzo con la identificación de aspectos ambientales, la estimación del impacto ambiental potencial en áreas de influencia y la evaluación de efectos y modificaciones que puede llegar a tener en la organización del proyecto de construcción. (Gallopín, 2003).

Los fenómenos como el cambio climático, deterioro de la capa de ozono, la lluvia ácida, la deforestación y la pérdida de biodiversidad, parecen estar provocados por las industrias y las actividades económicas actuales, los edificios consumen entre 20% y el 50% de los recursos naturales, dependiendo del entorno en donde están situados, siendo la construcción un gran consumidor de los recursos naturales como madera, minerales, agua y combustibles fósiles, igualmente los edificios una vez construidos continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que producen o el impacto sobre el territorio, además de ser una fuente indirecta de contaminación por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento (Gallopín, 2003).

Criterios de la sostenibilidad ambiental

El presente marco teórico permite identificar variables que serán utilizadas en la estructura de la propuesta de costos y diseños metodológicos para la gerencia de obras de proyecto de vivienda interés social (VIS) (Cruz, y otros, 2019). La gestión ambiental es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país. Se da comienzo con la identificación de aspectos ambientales, la estimación del impacto ambiental potencial en áreas de influencia y la evaluación de efectos y modificaciones que puede llegar a tener en la organización del proyecto de construcción. (ARGOS, 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la ilustración 2, podemos apreciar los

principios de la construcción sostenible, observando siete principios claves para enfocar la sostenibilidad en la construcción.

Ilustración 2. Principios de la Construcción Sostenible.



Fuente: (ARGOS, 2017)

Para conseguir una construcción sostenible, a nivel mundial existen diferentes certificaciones las más conocidas en Colombia se describirán a continuación:

La certificación EDGE (Excellent in Design for Greater Efficiencies): Por sus siglas inglés, es una certificación de edificios ecológicos que permite construir de manera sostenible con innovación dentro de un contexto climático, para obtener la certificación EDGE se debe cumplir con 3 factores importantes que son: 20 % de ahorro consumo de agua, 20% ahorro de consumo de energía, 20% en ahorro consumo de materiales, con estas variables se obtiene beneficios como; una mayor rentabilidad, retorno de inversión a menor tiempo, se vende más rápido de las construcciones tradicionales y el uso eficiente de los recurso naturales (REVITALIZA CONSULTORES, 2018).

LEED® (por sus siglas en inglés, Leadership in Energy & Environmental Design) es el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles; debido a que se construye con los estándares de ecoeficiencia y cumple con los requisitos de sostenibilidad al utilizar menos energía, ahorrando dinero a las familias y empresarios (CERTICALIA, 2019); ya que reducen las emisiones de carbono contribuyendo con ambientes saludables para el uso de residentes,

trabajadores y la comunidad en general (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016)

HQE (Haute Qualité Environnementale) es una marca registrada internacionalmente y fue desarrollada por HQE Association. Persigue objetivos de rendimiento sostenibles y realiza un análisis del ciclo de vida en la construcción, teniendo en cuenta los impactos de un proyecto en la salud, la comodidad personal y el ambiente interior (ALAPONT, 2020).

De acuerdo a lo anterior en la ilustración 3, se encuentra los objetivos HQE, subdivididos en sus cuatro grandes capítulos: Eco-construcción, eco-gestión, confort y salud.

Ilustración 3. Objetivos HQE.

ECO-CONSTRUCCIÓN <ol style="list-style-type: none"> 1. Relación física de los edificios con su entorno inmediato. 2. Elección integrada de los procesos y productos de construcción. 3. Construcción de baja contaminación. 	ECO-GESTIÓN <ol style="list-style-type: none"> 4. Gestión de la energía. 5. Gestión del agua. 6. Gestión de los residuos de la actividad. 7. Conservación y mantenimiento.
CONFORT <ol style="list-style-type: none"> 8. Confort hidrotérmico. 9. Confort acústico. 10. Confort visual. 11. Confort olfativo. 	SALUD <ol style="list-style-type: none"> 12. Condiciones de Salud. 13. Calidad del aire. 14. Calidad del agua.

Fuente: (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016)

BREEAM, Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology, fue creado en 1990 por el Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido. Este sello es una herramienta que mide la sostenibilidad de distintos tipos de edificaciones, nuevas y existentes y se enfoca en los impactos de las edificaciones en su entorno (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016).

El Referencial CASA Colombia “para el Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales Sostenibles” es una iniciativa del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), cuyo objetivo principal es brindar a la industria de la construcción colombiana una herramienta que facilite

la construcción sostenible de viviendas tanto VIS como NO VIS, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde. Se basa en un sistema de puntos distribuidos a lo largo de siete categorías (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016).

La certificación Casa Colombia, tiene siete objetivos que se referencian en la ilustración 4.

Ilustración 4. Objetivos Referencial CASA COLOMBIA.

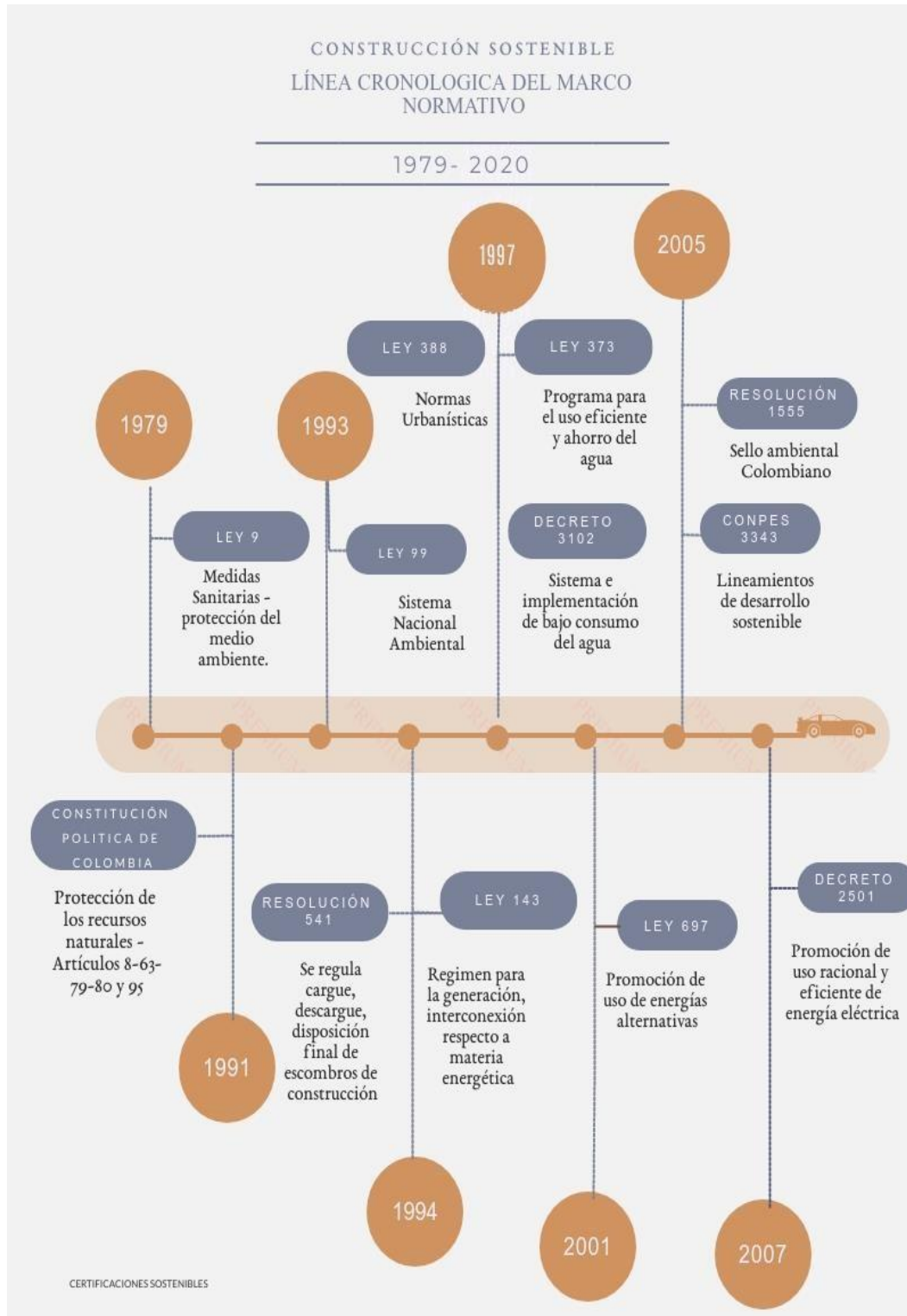


Fuente: (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016)

3.3. MARCO JURÍDICO

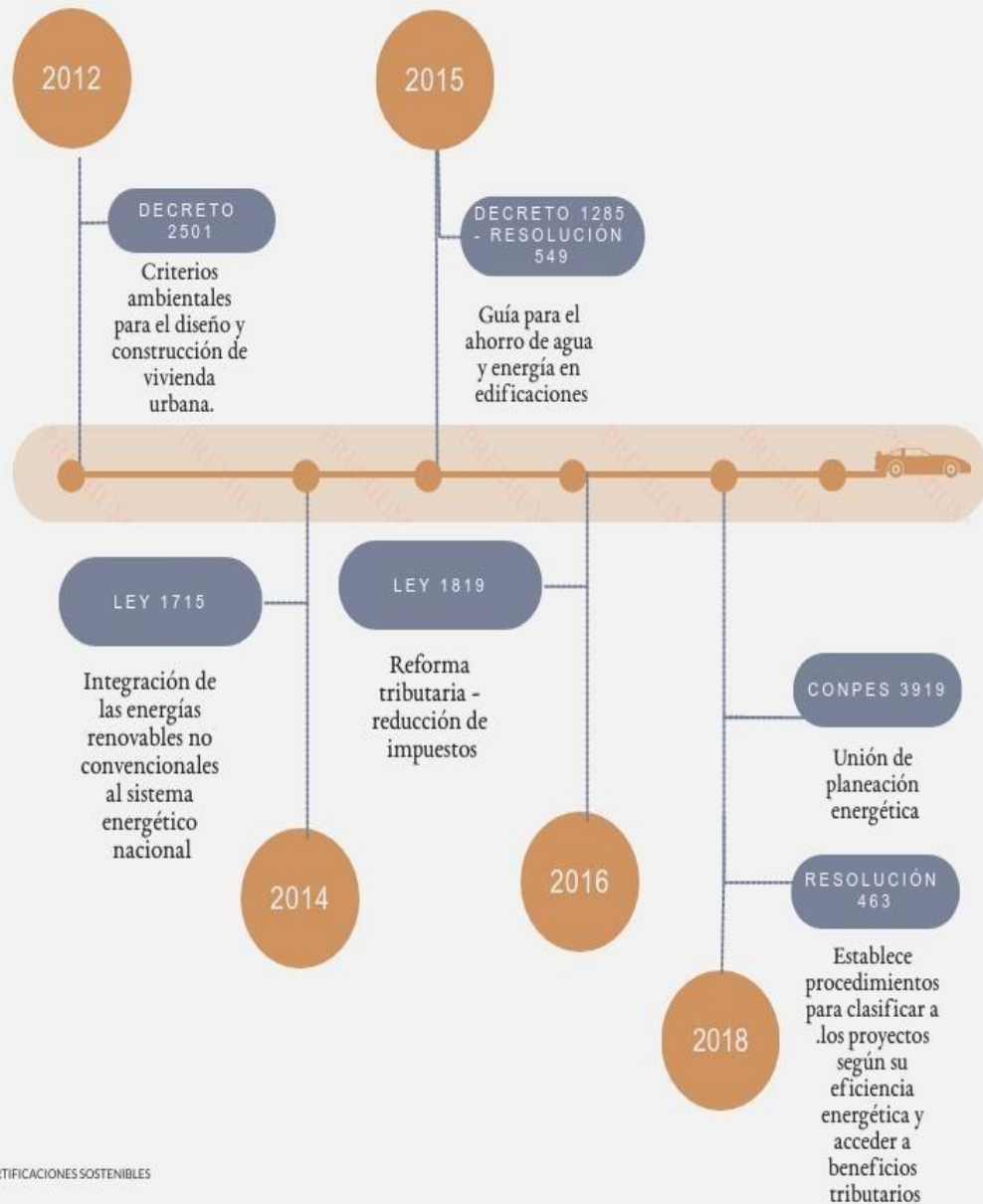
Para la elaboración de este documento se encontró la siguiente normativa, la cual fue variando a través del tiempo, de acuerdo a la necesidad de la nación y a su crecimiento económico; que se describe en la ilustración 5, mediante una línea de tiempo que muestra el desarrollo de la normativa colombiana a través del tiempo, la cual reglamenta parámetros para la construcción sostenible.

Ilustración 5. Línea cronológica del marco normativo.



CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
LÍNEA CRONOLOGICA DEL MARCO
NORMATIVO

1979- 2020



Fuente: Elaboración propia.

Con el recorrido histórico de las normativas se llegó a las siguientes que impactan

el proyecto, las cuales están descritas en la tabla 1, que contiene las características de mayor envergadura de cada normativa.

Tabla 1. Marco Normativo.

NORMATIVA	CONTEXTO
<i>RESOLUCIÓN 549 DE 2015</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los parámetros técnicos y línea de base en materia de ahorros en energía y agua para la modelación y certificación EDGE. “Es una herramienta basada en un análisis costo-beneficio con el fin de obtener los máximos ahorros posibles con un mínimo de impacto en el costo de construcción” (FUNCIÓN PÚBLICA, 2019). • Obliga a la disminución del consumo de recursos como el agua y la energía en las construcciones desde el año 2017. • Identifica medidas pasivas y medidas activas que permiten la reducción en el consumo de agua y energía. • Establece la promoción de incentivos para edificaciones que superen los requisitos mínimos de ahorro de agua y energía.
<i>LEY 1715 DE 2014</i>	<p>Esta ley busca incentivar la utilización de las Fuentes alternativas de Energía renovable. Teniendo en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarifa preferencial respecto al impuesto sobre la renta. • Retiro del IVA en algunos bienes y servicios. • Retiro de gravámenes arancelarios
<i>LEY 1819 DE 2016</i>	<p>Esta ley busca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el impuesto a la renta para aquellos que impulsaran FNCE. • Exclusión del IVA en equipos, avances tecnológicos y servicios que ofrezcan beneficios

<p><i>RESOLUCIÓN 463 DE 2018</i></p>	<p>ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Establece un gravamen al carbono. <p>Instituye la forma de proceder para calificar los proyectos de eficiencia energética y/o gestión eficiente de la energía para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o renta.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● IVA: 0% - exención de IVA en compra de materiales y equipos (luminarias, motores, pinturas, aislantes, etc.) antes de compra. ● Reducción de renta gravable: Hasta 25% de inversión deducible a fin de año (diseño bioclimático, consultoría, certificación)
<p><i>ISO-26000-2010</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Busca ser una guía sobre los principios de la responsabilidad social. ● Evocación de la responsabilidad social y la involucración de las partes interesadas. ● Define las pautas para generar una integración con un comportamiento socialmente responsable en la estructura interna de la organización.

Fuente: (FUNCIÓN PÚBLICA, 2019), (ISO, 2020)

3.4. MARCO GEOGRÁFICO

Este edificio se encuentra ubicado en localidad de Ciudad Bolívar ubicado en el sur de Bogotá, propiamente en medio de las calles 59 sur número 60-63, Departamento: Cundinamarca. Municipio: Bogotá D.C. Lugar: Zona sur occidental. Barrio: Pinos del sur; el cual se puede observar en la ilustración 6.

Latitud 4°35'3.62"Norte.
Longitud 74° 9'14.41"Oeste.
Altura:1756 msnm,
Temperatura: 16°

Ilustración 6. Localización del Proyecto.



Fuente: (IGAC, 2020).

3.5. MARCO DEMOGRÁFICO

Para obtener una vivienda interés social se deben cumplir con los siguientes requisitos (Construcciones Buen Vivir, 2018):

- El usuario debe estar afiliado a una caja de compensación.
- Fotocopia del SISBEN para obtener un benéfico con el distrito.
- No ser poseedor de una vivienda.
- No haber solicitado con otra entidad el subsidio para VIS.
- El grupo familiar no debe generar ingresos superiores a los cuatro salarios mínimos legales vigentes (SMMLV), es decir \$ 3.124.968.
- Para el caso de adquisición de vivienda nueva, se debe tener el 10% del valor total del inmueble que se desea comprar.

3.6. ESTADO DEL ARTE

Actualmente Colombia es uno de los países que mejor se encuentra ubicado de América latina en cuanto a la implementación de herramientas sostenibles en los proyectos de vivienda no vis (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016). Por ello nació el “Consejo Colombiano de Construcción

Sostenible en el año 2008” (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2008), con el fin de aumentar el nivel de sostenibilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y/o existentes en Colombia, lo cual ha logrado alianzas estratégicas a nivel mundial y nacional (Edgewater Networks y Mitel se asocian para certificar la serie 6800 de teléfonos SIP en el laboratorio de interoperabilidad QuickConnect de Edgewater Networks, 2017), lo cual ha traído investigaciones y nuevas metodologías para el alcance sostenible que se busca en el sector de la construcción, sin embargo, las investigaciones se han centrado más en las herramientas a implementar, que en las políticas que favorezcan la implementación de estas, o en los costos que estas generan a los proyectos que buscan implementarlas según lo contemplado por el Ing. Javier Piñeros en su trabajo de investigación *“Cuantificar el impacto financiero en proyectos de interés social de Cundinamarca, por la implementación de certificaciones ambientales como EDGE, Casa Colombia y HQE”* (Restrepo, 2018).

En la autoría de Jorge Mario Susunaga Monroy de la Universidad Católica de Colombia, Construcción sostenible, en el país se cuenta con un gran número de investigaciones acerca de herramientas, procesos y materiales sostenibles que se podrían implementar a gran escala contribuyendo notoriamente a la disminución del impacto ambiental, social y económico en el mercado de la construcción y que sirve como alternativa para las edificaciones de vivienda de interés social y prioritario (Monroy, 2014). Respecto a eso encontramos iniciativas de desarrollo e implementación como el Premio Nacional a la Vivienda de Interés Social Sostenible Julio Mario Santo domingo (VISS), el cual es un premio realizado junto al Consejo Colombiano de Construcción Sostenible en el cual se otorgan premios por las ideas de construcción sostenibles aplicables a proyectos de interés social y cuyas ideas son aplicables a determinadas zonas, gracias a este incentivo se han obtenido un gran número de ideas en material de herramientas sostenibles que se pueden implementar de forma práctica y sencilla (Fundación Mario Santo Domingo, 2016).

Aunque en la parte de investigación Colombia tiene terreno recorrido, se encuentra deficiencia en las políticas que benefician el uso de los materiales y herramientas sostenibles; de igual forma existe una serie de leyes, guías y/o programas para fomentar el desarrollo de prácticas sostenibles en las construcciones, algunos de estos son: la guía de construcción sostenible para el ahorro de recursos como el agua y la energía, cuyo objetivo es generar una herramienta para la implementación de estrategias de construcción sostenibles, los decretos 1285 del 2005 el cual es el único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, la resolución 0549 del 2015, por el cual se reglamenta el título 1 del capítulo 7 parte 2, del libro 2 del decreto 1077 del 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en las edificaciones (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2016). También, se encuentra el proyecto de ley No. 210 de 2016, por medio de la cual se establecen los lineamientos para la formulación de la Política Nacional de Construcción

Sostenible, se otorgan beneficios e incentivos para su fomento e implementación y se dictan otras disposiciones” (Arango, 2019) . Asimismo, se encuentra la resolución 463 del 2018, la cual establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o la renta. Adicional, se encuentra el Programa BEA, el cual es una alianza público-privada de ciudades, empresas y organizaciones que comparten el objetivo de mejorar la eficiencia energética en edificaciones con el fin de reducir la huella urbana de la construcción al 2030, en él participan 28 ciudades alrededor del mundo y tiene como meta duplicar la tasa de eficiencia energética en el sector de la construcción (Giraldo, y otros, 2015).

A través del tiempo el concepto de sostenibilidad en Colombia ha venido tomando relevancia en el sector de la construcción, actualmente se encuentran edificaciones sostenibles certificadas por los diferentes sellos que se encuentran en el mercado; como es el caso del conjunto “Alegra desarrollado por la constructora CFC en la ciudad de Manizales, es el primer proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS) en Colombia que alcanza la certificación Excellence In Design For Greater Efficiencies EDGE, beneficiando a más de 350 familias que habitarán viviendas que proveen confort, calidad de vida y ahorro en servicios públicos gracias a los elementos sostenibles que se incorporaron durante el proceso de diseño y construcción” (CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE, 2016).

También encontramos con la nueva sede de Novartis (NOVARTIS Colombia) ubicada al norte de Bogotá, es la primera edificación de Colombia en recibir la certificación Leed categoría plata en la clasificación de Nueva Construcción en el 2010. Un reconocimiento otorgado por cumplir con los más altos estándares de construcción en liderazgo de eficiencia y diseño sostenible (Romero, y otros, 2019). El Edificio Bancolombia Ubicado en la Ciudad de Medellín, con un costo cercano a \$360.000 millones, la nueva sede está compuesta por dos edificios de 12 pisos y un área construida de 125.000 m², que puede albergar hasta 4.200 personas, la cual alcanzo la certificación LEED Oro en la categoría de edificios existentes en el 2012 (Bedoya, 2018).

Con lo anterior, se observa que Colombia está dando sus pines y avanzando de manera concisa en su objetivo de llegar a fomentar su mayor musculo económico como lo es la construcción hacia la parte sostenible, por lo que Consejo Colombiano de Construcción Sostenible con alianza de CAMACOL han facilitado esta meta; pero se debe generar herramientas a nivel gerencial, que ayuden a la toma de decisiones tanto a nivel económico y ambiental en proyectos de auge y de gran envergadura como lo son los proyectos VIS (AI on Edge: Shifting artificial intelligence to the "edge" of the network could transform computing... and everydaylife., 2020), por lo que esta investigación busca establecer los beneficios que puede traer la implementación de los parámetros y/o lineamientos de la certificación de fácil uso como lo es la EDGE en un proyecto ubicado en Bogotá, identificando los

pro y los contra, junto con los impactos económicos y ambientales, obteniendo una lista de lecciones aprendidas que servirán como guía en la dirección de proyectos (Evolving the Discipline of Project Management, 2013).

4. METODOLOGÍA

4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO

El tipo de investigación en este trabajo se basa tanto en la parte cualitativa como en la cuantitativa; por lo que se emplea información relacionada con el material bibliográfico relevante al tema de dirección de proyectos sostenibles (La guía de referencia GPM), proyectos de construcción de Viviendas de Interés Social-VIS certificados en EDGE y no certificados, marcos científicos en sostenibilidad, guías colombianas del consumo de agua y energía, marco normativo, presupuesto de proyectos VIS construidos tradicionalmente, estándares de procesos constructivos relacionados a este tipo de vivienda; teniendo en cuenta la opinión de expertos en la implementación de la certificación EDGE.

De acuerdo a lo anterior al momento de realizar este trabajo se contemplarán las siguientes fases:

4.1.1. FASE 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En esta fase se compilan los documentos, investigaciones, informes, normativa, estudios y antecedentes con respecto a proyectos de construcción VIS que han implementado los lineamientos de la certificación EDGE, identificando sus materiales, sus buenas prácticas constructivas y sus lecciones aprendidas en el aspecto económico y ambiental.

4.1.2. FASE 2. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Analizar la información recolectada evaluándola y clasificándola de acuerdo a las necesidades del presente trabajo:

- Características esenciales de un proyecto constructivo de vivienda social.
- Información de las variables identificadas y como son desarrolladas en los proyectos de vivienda VIS con certificación y sin ella.
- Impactos ambientales, económicos y sociales del crecimiento del sector constructivo VIS.

4.1.3. FASE 3. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

Mediante la plataforma gratuita que ofrece la certificación EDGE, se ingresa los datos obtenidos de la caracterización constructiva de un proyecto VIS; donde este software arroja las recomendaciones en materiales y prácticas, para disminuir el consumo de agua y energía a un 20%, lo cual es lo requerido para alcanzar la certificación.

4.1.4. FASE 4. IDENTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO/BENEFICIO

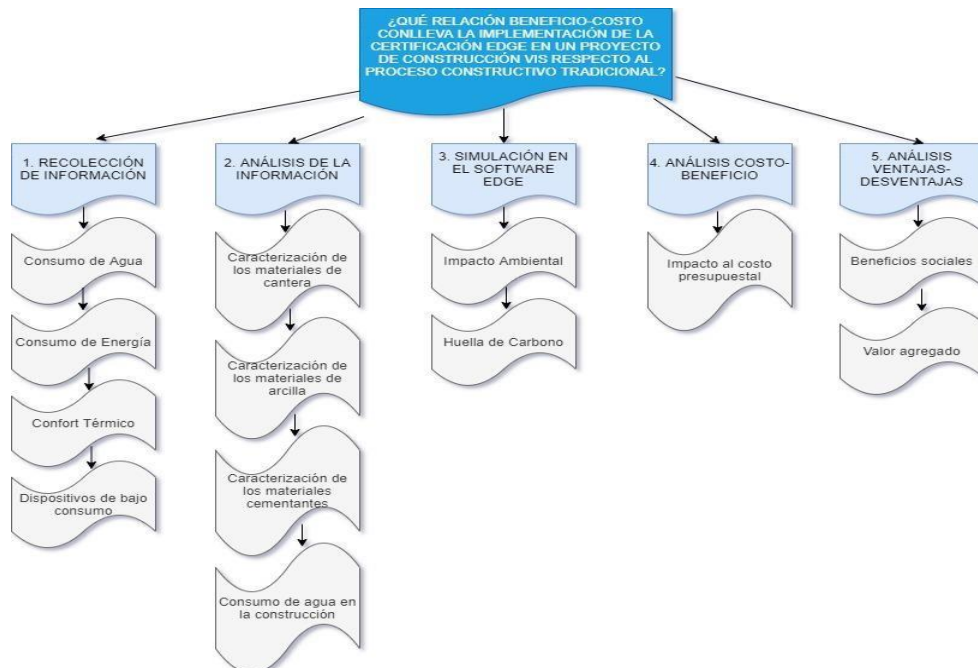
De acuerdo a los objetivos del anteproyecto se requiere identificar el costo que asumiría el constructor y/o el proyecto con la implementación de las recomendaciones propuestas por el software de EDGE y el beneficio que obtendrá el proyecto y los propietarios a corto, mediano y largo plazo.

4.1.5. FASE 5. DESCRIPCIÓN DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS

En esta fase se realizará un cuadro comparativo identificando las ventajas y desventajas de una construcción VIS con y sin certificación EDGE, generando una check list, representada en un dashboard de lecciones aprendidas para que sirva como punto de partida para la toma de decisiones de la gerencia de obra de proyectos similares.

Las fases anteriores se describen en la ilustración 7, la cual se despliega los entregables de cada paquete de trabajo.

Ilustración 7. Diagrama de flujo de la metodología con sus variables.



Fuente: Propia del estudiante.

4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Se utilizará la plataforma EDGE, en donde se puede usar de manera gratuita el software de simulación para diseñar un edificio comercial o residencial eficiente, en la cual se ingresa la mayor cantidad de información posible sobre el edificio, luego se elige los sistemas y las soluciones posibles, para observar con cada información ingresada cómo aumentan los ahorros y cuáles son las opciones que ofrecen los mejores resultados al menor costo (EDGE, 2017).

EDGE calcula los ahorros en servicios públicos y la reducción del impacto de las emisiones CO2 en un edificio ecológico, comparándolos con los de una línea base. En su panel puede ver reflejado cuánto dinero adicional se necesita para construir edificios ecológicos y el poco tiempo que lleva recuperar el dinero a través de los ahorros operacionales (EDGE, 2017).

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La constitución política de Colombia ordena que todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna escrita en artículo 51 en la constitución política 1991, el porcentaje de hogares propietarios de vivienda (considerando a quienes ya terminaron de hacerlo fue 47.9%, mientras que el de arrendatarios se redujo al 33.8% y el de ocupantes con permiso del propietario creció al 17.7%, la región que registro las mayores proporciones de propietarios (con vivienda total o parcialmente pagada) y usufructuarios es la Pacífica (58.2% y 20.1% en su orden), en general la situación registrada muestra que las políticas de vivienda no cumplen con lo que dice la ley (DANE, 2018); estos porcentajes se ven representados gráficamente en la ilustración 8.

Ilustración 8. Porcentaje de Vivienda en Colombia.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance:

El alcance del presente proyecto tiene como fin identificar el costo/beneficio de la construcción de vivienda de interés social con y sin certificación EDGE, generando una lista de chequeo que servirá como guía de lecciones aprendidas para la toma de decisiones de futuros gerentes de obras de proyectos similares.

Se realizara una comparación teniendo en cuenta los beneficios y las desventajas en tener una construcción sostenible en un proyecto con recursos limitados pero de gran injerencia en el desarrollo social, ambiental y económico del país; donde se tocara temas de materiales sostenibles y buenas prácticas durante todo el procesos constructivo que generen bajo consumo de agua y energía y que aporten significativamente a mejorar la calidad de vida de la población más vulnerable y contribuir en la disminución de los impactos ambientales que genera este sector económico en el país.

Limitaciones:

De acuerdo al alcance del proyecto, se presentan las siguientes limitaciones:

- Presupuesto de una obra realizada y certificada con EDGE; por lo que se tomaran datos de materiales sugeridos por el software y se cotizaran en los almacenes que generen estos insumos.
- Temporal, debido a que el tiempo de investigación está limitado al desarrollo de la especialización y no alcanza abarcar variables cuantitativas específicas como la comparación de cambios de procesos constructivos que abarcan cambios de diseño específico en cada especialidad (eléctrica-hidráulica-estructura).
- Uso del software de EDGE, debido a que se debe ser acreedor de una cuenta oficial para acceder a todas sus funciones, además de contar con toda la información que alimenta la aplicación de manera oportuna y veraz.
- Adquisición de la “guía de referencia para la sostenibilidad en la dirección de proyectos (GPM)” en su totalidad.

Cómo trabajos futuros la siguiente persona que continúe con este proyecto que está enfocado en la relación costo/beneficio de la certificación EDGE en un proyecto constructivo VIS; puede continuar con los siguientes aspectos que no se encuentra en el alcance de este documento:

- Analizar los beneficios sociales que puede traer una edificación sostenible de acuerdo a la zona a realizar y la población a la cual se va a dirigir.
- Cuantificar el impacto financiero en proyectos VIS, teniendo en cuenta las diversas certificaciones que hay en el mercado nacional e internacional.

- Generar una metodología para gestionar un proyecto de construcción de una vivienda de interés social VIS en Colombia.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

De acuerdo al alcance del proyecto los productos a entregar en este documento son:

- Análisis de la relación costo/beneficio de la construcción de un proyecto VIS con y sin certificación EDGE.
- Estudio comparativo de los impactos ambientales y económicos (presupuesto) de una construcción VIS con y sin certificación.
- Dashboard, el cual es una hoja de Excel interactiva que tendrá un listado de lecciones aprendidas, que podrán servir como visor grafico del porcentaje de cumplimiento de las características detalladas de los proyectos ejecutados de una organización, tales características se definirán en el transcurso del trabajo y servirá como herramienta para la toma de decisiones gerenciales de proyectos similares.

6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

6.1. ANÁLISIS DE VARIABLES

Al momento de interactuar con el software de EGDE se identificó tres grandes capítulos: Medidas de eficiencia energética, Medidas de eficiencia del agua y Medidas de eficiencia de los materiales; los cuales estos a su vez se dividen en diferentes estrategias.

En este proyecto se implementaron variables que se describen a continuación, donde se identificó sus impactos económicos y ambientales; teniendo en cuenta que por cada variable se analizaron los aspectos que influye tanto positivo como negativo en los impactos anteriormente mencionados, los cuales se clasificaron en bajos, medios y altos que se describen en el Anexo 1.

En la tabla 2 se describe las variables en la eficiencia del agua, junto con su impacto medio tanto económico como ambiental, donde se observa las variables dependientes, las cuales se toman como los diferentes tipos de aparatos de bajo consumo como son los sanitarios de descarga simple, los lavamanos de 4", la grifería de lavaplatos sencilla y la ducha de 8", que impactan positivamente la parte ambiental del proyecto, debido a su bajo gasto de agua que se mide en litros por segundo (Lts/seg).

Tal recurso es economizado, para solo consumir lo suficiente sin impactar el costo del proyecto, ya que estos elementos en el mercado son relativamente económicos y aseguran que el edificio va a realizar un adecuado manejo de este recurso natural, ya que toda la red hidráulica se diseña para tal fin.

Tabla 2. Descripción de las variables de las medidas de eficiencia del agua.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN APARATOS	ECONÓMICO	AMBIENTAL
Medidas de eficiencia de agua	litros/min	Las medidas de eficiencia de agua se basan en el ahorro del consumo de agua en el edificio y en la reutilización de aguas lluvias y negras durante su etapa de operación.	Sanitarios de Descarga Simple que consume 4.8L por descarga	15	16
			El lavamos que consume 4.1L/min. A	15	16
			La grifería de lavaplatos que consume 4.11 L/min.	15	16
			Ducha 8" que consume 5.10 L / Min.	15	16

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3, describe las medidas de eficiencia energética, se enfocan en las estrategias pasivas que involucran directamente a los diseñadores arquitectónicos, ya que se determina el tipo de acabado, materiales, pintura, tipos de luminarias, tipo de ventanería y su tamaño, volúmenes y demás diseños que optimicen el uso de luz natural y disminuya el uso de luz artificial; logrando un ahorro en el consumo de este recurso; como se observa en la tabla 3.

Estas variables impactan tanto ambientalmente como económicamente el proyecto, debido a que hay una disminución en el consumo, pero hay una inversión en él, puesto que modificar un diseño convencional a uno con volúmenes y acabados específicos indican que son adicionales representados en el dinero.

Tabla 3. Descripción de las variables de las medidas de eficiencia energética.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN APARATOS	ECONÓMICO	AMBIENTAL
Eficiencia energetica, consumo de energia electrica	Watt	Las medidas de ahorro energético se clasifican en medidas pasivas y activas que dependen del planteamiento arquitectónico del proyecto, y de las especificaciones de diferentes productos que se utilicen para cumplirlas.	Relacion Ventana Pared	15	16
			Reflectividad Solar de Cubierta.	15	16
			Reflectividad de muros.	15	16
			Control Solar externo/ factor de Sombreado.	15	16
			Aislamiento de cubierta.	15	16
			Iluminacion Apartamentos zonas comunes de bajo consumo, uso de bombillas LED.	15	16
			Iluminacion para zonas comunes - Esto puede lograrse con sensores de movimiento.	15	16

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 la eficiencia de los materiales, las variables involucran a los diseñadores tanto arquitectónicos como estructurales, teniendo en cuenta que busca optimizar el recurso, con el objetivo de conseguir el mismo propósito, pero con menos materiales o materiales alternativos al cotidiano, por lo que es indispensable el aval de los diseñadores estructurales para poder alcanzar esta eficiencia.

Asimismo, implica un impacto tanto económico como ambiental, puesto que se disminuye la compra de materiales, ya que por m² el consumo de material seria mucho menos que un m² convencional; además de aportar a la disminución de la energía gastada para la elaboración de esos elementos generando un impacto positivo al ambiente.

Tabla 4. Descripción de las variables de las medidas de eficiencia en materiales.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN APARATOS	ECONÓMICO	AMBIENTAL
Eficiencia en Materiales	m2	La eficiencia de materiales se centran en la reducción de la energía incorporada en los materiales de los elementos más representativos en cuanto a cantidades del proyecto en comparación con la línea base establecida.	En las losas de piso y entrepiso.	5	9
			Cubierta con una energía incorporada inferior a la de la especificación común.	5	9
			Muros exteriores de concreto reforzado en obra de 100mm y 150mm.	5	9
			Muros Interiores con una energía incorporada inferior a la de la especificación común.	5	9
			Marcos de ventanas en PVC para el 100% de las ventanas.	5	9

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, el impacto del costo presupuestal, se estima un impacto positivo, considerando que los materiales a optimizar, generan un rubro adicional para el proyecto, debido a que los diseños implementados para suscitar un uso adecuado de los recursos, requiere materiales puntuales, además de implementación adicional de éstos o estructuras, que generan un sobre costo que el usuario final asumirá, pero recuperará con el ahorro del pago del suministro de estos recursos en un tiempo determinado.

El retorno de inversión que recupera el usuario final, es gracias a la reducción del consumo de agua y energía, debido al uso de aparatos ahorradores tanto hidráulicos como eléctricos, el cual impacta positivamente al ambiente ayudando a cuidar los recursos naturales y no desperdiciar éstos durante la puesta en marcha de la operación del edificio.

Tabla 5. Descripción de la variable del impacto costo/presupuestal.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	ECONÓMICO	AMBIENTAL
Impacto al costo presupuestal	Análisis	Se busca un impacto positivo en el control presupuestal, modificando el diseño en especial los acabados, beneficiando al usuario final y al medio ambiente.	18	17

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se encuentran los beneficios sociales y el valor agregado del inmueble por obtener la certificación EDGE, significa que la vivienda es sostenible, estas dos variables se encuentran entrelazadas, debido a que se mejora la calidad de vida de las personas de medianos y bajos ingresos, puesto que al comprar una vivienda tipo VIS con la certificación EDGE está ganando tanto en la parte económica como ambiental y social; resaltando por encima de muchas viviendas, considerando que el ahorro se ve reflejado durante su operación.

El ahorro que genera este tipo de vivienda al propietario final, interviene en la disminución del pago de los servicios públicos, en la huella ambiental y ayuda a que esos estratos económicos no se vean excluidos, si no que en cambio se sientan portadores de un futuro para el mundo.

Tabla 6. Descripción de las variables sociales.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	ECONÓMICO	AMBIENTAL
Los beneficios sociales	Matrices de ventajas y desventajas	Las edificaciones requieren dentro de sus diseños elementos que recuperen el equilibrio con el ambiente para que puedan ser sostenibles, sin embargo deben ser asequibles a la población de mediano y bajo ingreso.	22	19
Valor agregado	Comparación de costos/beneficios	En esta variable se determina la relación del beneficio/costo tanto para el usuario final como para la constructora, teniendo en cuenta que estas estrategias traeran costos adicionales, los cuales serán asumidos por el comprador final, pero que a su vez obtendrán el retorno de esta inversión.	19	22

Fuente: Elaboración propia.

6.2. SIMULACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EDGE DE UN PROYECTO VIS A TRAVES DE LA PLATAFORMA EDGE BUILDINGS APP

En esta simulación se utilizó información técnica, arquitectónica y estructural de un proyecto existente ubicado en Bogotá de vivienda de interés social, el cual sirvió como línea base de comparación de las estrategias implementadas para la obtención de los escenarios que se describirán en este capítulo.

6.2.1. ESCENARIO A:

En este caso se realizará la certificación por tipología de vivienda, donde la aplicación se enfocará en las unidades de vivienda, las cuales se agruparán teniendo en cuenta dos características, que según EGDE se deben contemplar:

1. Número de habitaciones.
2. Área promedio (+/- 10 %).

En la tabla 7, se observa que el proyecto se agrupa en una sola tipología, debido a que los apartamentos tienen las mismas características tanto en el área como en el número de habitaciones.

Tabla 7. Tipos de apartamentos para la certificación EDGE.

Tipo apartamento	Número de habitaciones	Subproyecto Edge	Área construida Total (m)	Cantidad	Total área	Área promedio
A	2	A	45	41	2337	45
B	2	A	45	748	42636	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se puede observar en la ilustración 9 un registro fotográfico, de la forma en cómo se entrega un apartamento vis a su propietario, y de acuerdo a esto se desarrolló la información y/o documentación suministrada al software EDGE, que se describirá más adelante de este documento.

Ilustración 9 *Imágenes de un apartamento tipo VIS.*



Fuente: (CONSTRUCTORA COLPATRIA, 2018)

De acuerdo a las imágenes anteriormente expuestas, se prosigue a interactuar con la plataforma:

1. En la pestaña de diseño, donde creamos el caso base del edificio, el cual va a ser el punto de comparación de las medidas a utilizar para la disminución del consumo de energía, agua y materiales; ingresamos los datos de la ubicación del predio a construir, como se ve en la ilustración 10.

Ilustración 10. Interfaz del aplicativo para Certificación EDGE.

The screenshot displays the 'Casas' application interface. At the top, there's a header with 'Casas', a 'PANEL' button, a version dropdown set to 'VERSIÓN 2.1.5', an 'ARCHIVO' dropdown, and a 'GUARDAR' button. Below the header, a summary row shows: 'Consumo final de energía' (526.73 kWh/Mes/Unidad Vivienda), 'Consumo final de agua' (8.82 kL/Mes/Unidad Vivienda), 'Costos de servicios públicos - Line...' (42.49 \$/mes/unidad), 'Reducción en el costo de servicios ...' (- \$/mes/unidad), 'Costo incremental' (- \$/unidad), and 'Retorno en años' (NA). A 'OCULTAR RESULTADOS' button is on the right. Below this, tabs for 'Diseño', 'Energía 0.00%', 'Agua 0.00%', and 'Materiales 0.00%' are visible. The 'Diseño' tab is active, showing 'Datos de ubicación' with dropdowns for 'País' (Colombia), 'Ciudad' (Bogotá), 'Categoría de ingresos' (Medio inferior), and a map of the Americas with a location pin in Colombia.

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- En la ilustración 11, se anexa la sección de detalles del proyecto, se documenta la información general del proyecto: ubicación (dirección), tipología, número de torres, cantidad de subproyectos asociados, entre otros.

Ilustración 11. Interfaz sobre la alimentación de la información de la línea base del proyecto a certificar.

This screenshot shows the 'Detalles del Proyecto' section of the application. It contains a form with the following fields: 'Nombre del Proyecto*' (Proyecto B), 'Dirección línea1' (Calle 59 sur # 60 - 63), 'Código postal' (111911), '¿Compartir con Inversor(s) o banco(s)?*' (No), 'Cantidad de edificios distintos*' (1), 'Dirección línea2', 'País', 'Cantidad de subproyectos EDGE asocia...', 'Nombre del titular del Proyecto' (Lorena Ocampo), 'Ciudad' (Bogota), 'Teléfono del titular del Proyecto*' (Ofic... 57, 3059791), 'Superficie total del proyecto (m²)', 'Email del titular del Proyecto' (lorena.ocampo92@gmail.com), 'Estado/Provincia' (Bogota), '¿Desea certificar?*' (Sí), and 'Número del Proyecto'. The interface includes the same top navigation bar as the previous screenshot.

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- En esta fase se documenta la información general de los subproyectos, que en este caso es la tipología A; junto con la información detallada de las áreas

las especificaciones generales; logrando así la línea base con la cual se calculan los ahorros generados del proyecto.

4. Se documenta de forma detallada las áreas del edificio (promedio de áreas – dormitorios-número de pisos).

Luego de ingresar toda la información de diseño se prosigue a documentar las medidas de eficiencia energética, de agua y de materiales que se van a implementar en el proyecto.

6.2.1.1. Medidas de eficiencia energética del escenario a

Se debe tener en cuenta que las medidas de ahorro energético se clasifican en medidas pasivas que a su vez dependen del planteamiento arquitectónico del proyecto, de la implantación y del diseño, etc., en caso de las medidas activas, estas dependen de las especificaciones de los diferentes productos que se utilicen para cumplirlas. A continuación, se describirán las estrategias utilizadas para la obtención de la certificación.

1. **Relación ventana-pared:** Este ítem que aparece en el listado de energía del software EDGE, tiene como fin lograr el equilibrio entre los beneficios de iluminación y ventilación de los vidrios, por un lado, y el impacto de la ganancia de calor en la necesidad de refrigeración o la calefacción pasiva, por el otro.

Para esta medida, se utiliza la proporción de vidrio en la fachada exterior (WWR), que se define como la proporción respecto de la superficie total que representan las ventanas u otras superficies vidriadas (corta soles y marcos incluidos) dividida por la superficie bruta de la pared externa. La WWR se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cálculo del % de proporción de vidrio en la fachada.

$$WWR(\%) = \sum \text{super. vidriada (m2)} / \sum \text{super. bruta pared externa (m2)}$$

De acuerdo a lo anterior se obtiene el siguiente resultado, que se plasma en la ilustración 12.

Ilustración 12. Valor de la relación Ventana/Pared.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

2. **Reflectividad solar de Cubierta:** Este ítem busca especificar un acabado reflectante para el techo, con esto reduce la carga de refrigeración en los espacios con aire acondicionado y mejora el confort térmico en los espacios sin aire acondicionado; por lo que EDGE calcula la parte de radiación solar que se transfiere al edificio restando la reflectividad solar del nivel total de radiación solar que cae sobre la superficie del techo. En este proyecto tipo se buscó dos materiales altamente reflectivos como lo son la teja metálica blanca y el manto impermeabilizante color aluminio, obteniendo un SR de 0.65.
3. **Reflectividad de Muros Exteriores:** Un acabado reflectante para las paredes puede reducir la carga de refrigeración en los espacios con aire acondicionado y mejorar el confort térmico en los espacios refrigerados por medios no mecánicos. En este proyecto tipo se documentaron las pinturas (esgrafiados) de fachada, los cuales obtuvieron valores de reflectividad con un valor de 0.49; calculado en la ilustración 13.

Ilustración 13. Calculadora de Reflectividad Solar (SR).

HME03 - Calculadora de reflectividad solar (SR) promedio para paredes externas

Tipo de pared externa Ejemplo: Tipo 1, o pared de ladrillo	Superficie de la pared externa (m²) Sin ventanas. Ejemplo: 300	Superficie de la pared externa (%)	SR Ejemplo: 0.70
Pañete Esgrafiado color Café	764	53.69	0.45
Pañete Esgrafiado color Gris	432	30.36	0.45
Pañete Esgrafiado color Blanco	227	15.95	0.7
+ AGREGAR FILA NUEVA			
Superficie total		1423	100
SR promedio ponderada			0.49
¿Introducir el valor calculado en la medida?			INTRODUCIR

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

4. **Control Solar Externo/Factor Sombreado:** Mediante dispositivos de control solar externo se colocan en la fachada del edificio para proteger los elementos vidriados (ventanas y puertas de vidrio) contra la radiación solar directa con el fin de moderar el resplandor y para reducir la ganancia de calor solar radiante. Algunos dispositivos pueden ser sobreanchos o volúmenes que cubran los elementos vidriados; teniendo en cuenta estos volúmenes el resultado se refleja en la ilustración 14.

Ilustración 14. Control solar externo/Factor sombreado.

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- 5. Aislamiento de Cubierta:** El aislamiento se utiliza para evitar la transmisión de calor del entorno exterior al espacio interior (en climas cálidos) y del espacio interior al entorno exterior (en climas fríos). Para esta medida se utiliza el valor-U, que se define como la cantidad de calor que atraviesa una superficie por unidad de tiempo y por unidad de diferencia en la temperatura, se expresa en vatios por metro cuadrado Kelvin (W/m²K). En este proyecto se usó de forma documentada la teja metálica y la losa de concreto como elementos que generan aislamiento en la cubierta, representados en la ilustración 15.

Ilustración 15. Valor U de aislamiento del techo.

Seleccionar material para cada capa de la construcción del techo	Grosor (mm) Ejemplo: 20	Conductividad (w/mK)	Resistencia (m²K/v)
			Capa de aire externa
			0.040
Concreto — Reforzado con 1 % de acero (2300)	100.00	2.300	0.043
Metales — Acero (7500)	3.00	50.000	0.000
+ AGREGAR MATERIAL DE LA LISTA + AGREGAR MATERIAL PERSONALIZADO			
			Capa de aire interna
			0.100
			Valor-U del techo (w/m².K)
			5.46
¿Introducir el valor calculado en la medida?			
INTRODUCIR			

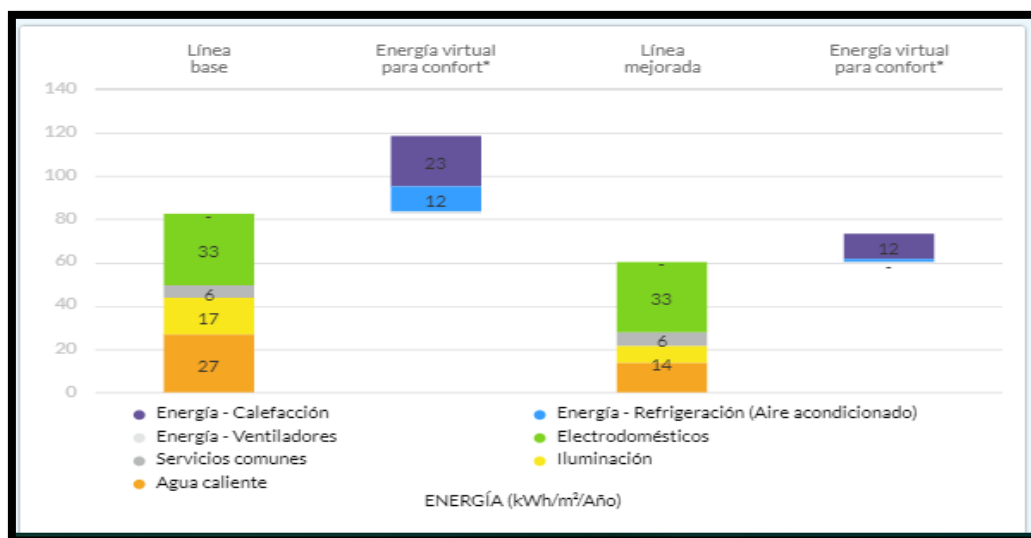
Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- 6. Iluminación apartamentos/iluminación zonas comunes:** Las lámparas de bajo consumo, que producen más luz con menos energía en comparación con las bombillas incandescentes estándar, reducen el consumo de energía para la iluminación del edificio. En este ítem EDGE no exige ninguna medida de eficacia específica, por lo que solo se debe demostrar que se ha especificado este tipo de bombillas, para el caso de la tipología de vivienda en todos los espacios; en este caso se usara P27990: lámparas decorativas con uso de bombillo led en formato bulbo con base E27.

7. Control de iluminación para zonas comunes y externas: Con ayuda de controles de iluminación en las habitaciones, pasillos compartidos, áreas comunes, escaleras y áreas exteriores, se reduce el uso de iluminación; por lo que el uso de sensores de ocupación para evitar que queden luces encendidas cuando en las zonas se encuentren desocupadas o sensores fotoeléctricos cuando hay suficiente luz natural no enciendan las luces artificiales, disminuyendo así el consumo de energía. En este proyecto se plantea utilizar sensores para la automatización de la iluminación.

En la ilustración 16, muestra el diagrama de barras comparando la información suministrada de la línea base, la cual se basa en el diseño preliminar, en donde es un sistema industrializado con muros y placa en concreto, con muros divisores en mampostería y cuatro ventanas por apartamento ubicado en la ciudad de Bogotá; con esta información el software toma la línea base y la compara con las estrategias adoptadas para la disminución del consumo de energía en los ítems evaluados por la plataforma: calefacción, ventilación, servicios comunes, agua caliente, refrigeración, electrodomésticos y la iluminación; donde se promedia los puntajes de los ítems evaluados, determinando así el porcentaje de disminución del capítulo del recurso en cuestión; en este caso la disminución con respecto a la línea base es de 37.93%, sobrepasando el 20% propuesto por el ente certificador.

Ilustración 16. Gráfica de las medidas de eficiencia energética implementadas.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.2.1.2. Medidas de eficiencia del agua del escenario A

Estas medidas de eficiencia para el consumo de agua, se centran en el ahorro en el consumo del edificio y en la reutilización de aguas lluvias, grises y negras durante

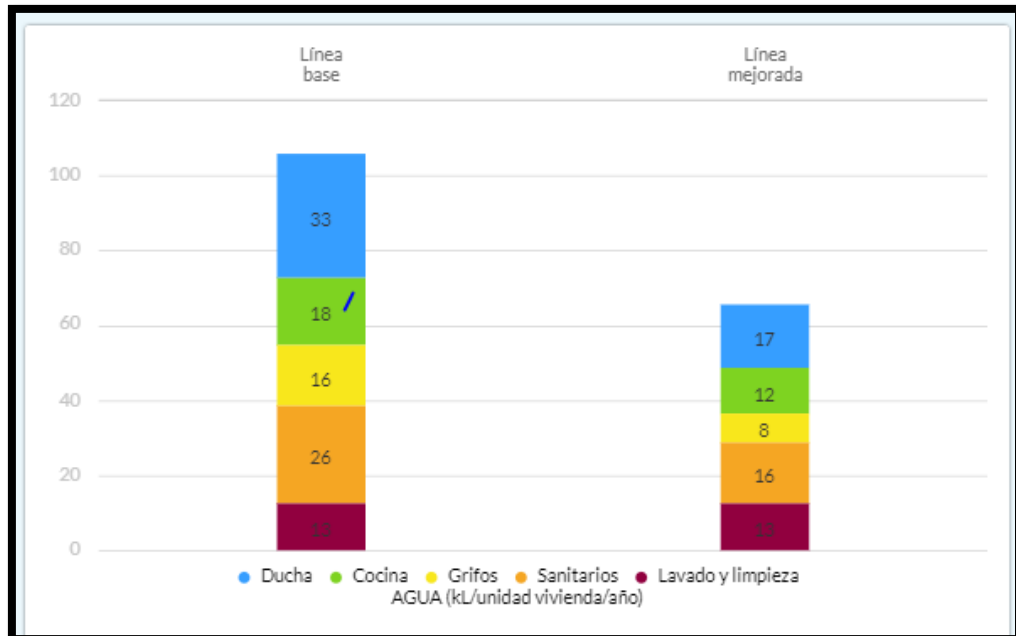
su etapa de operación; para ello se debe tomar las siguientes estrategias que se describirán a continuación:

1. **Cabezales de ducha:** En este proyecto tipo se especificó la grifería CORONA-ALUVIA grifería de 8 pulgadas Triceta Ref. AV4020001 que consume 5.10L/Min; lo cual reduce el consumo de agua sin afectar negativamente la funcionalidad.
2. **Griferías de lavaplatos:** En este proyecto tipo se especificó la grifería CORONA-ALUVIA grifería lavaplatos sencilla palanca ref. AV5010001 que consume 4.11L/min; debido a su bajo consumo, reduce el consumo de agua caliente y de este modo el consumo de energía destinada a calentar el agua.
3. **Griferías de Lavamanos:** En este proyecto tipo se especificó la grifería CORONA-ALUVIA grifería lavamanos 4 pulgadas Triceta ref. AV1020001 que consume 4.1 L/min.
4. **Sanitarios de Descarga Simple:** Con el uso de sanitarios con descarga simple, se busca el uso de agua más eficiente y con solo una válvula de descarga ayuda a reducir el agua utilizada; en este proyecto se especificó el sanitario CORONA AVANTI PLUS ref. 302991001 que consume 4.8L por descarga.

En la ilustración 17, el diagrama de barras se compara la información suministrada de la línea base, la cual se basa en el diseño preliminar, en donde es un sistema industrializado con muros y placa en concreto, con muros divisores en mampostería y cuatro ventanas por apartamento ubicado en la ciudad de Bogotá con grifería convencional.

Con esta información el software toma la línea base y la compara con las estrategias adoptadas para la disminución del consumo de agua en los ítems evaluados por la plataforma: ducha, cocina, grifos, sanitarios, lavado y limpieza; donde se promedia los puntajes de los ítems evaluados, determinando así el porcentaje de disminución del capítulo del recurso en cuestión; en este caso la disminución con respecto a la línea base es de 37.49%, sobrepasando con el 20% propuesto por el ente certificador.

Ilustración 17. Gráfica de las medidas de eficiencia de agua implementadas.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.2.1.3. Medidas de eficiencia del consumo de materiales del escenario A

Estas medidas se centran en la reducción de la energía incorporada en los materiales de los elementos más representativos en la construcción del edificio. A continuación, se describirán las estrategias tenidas en cuenta para generar la reducción de este ítem para así alcanzar la certificación:

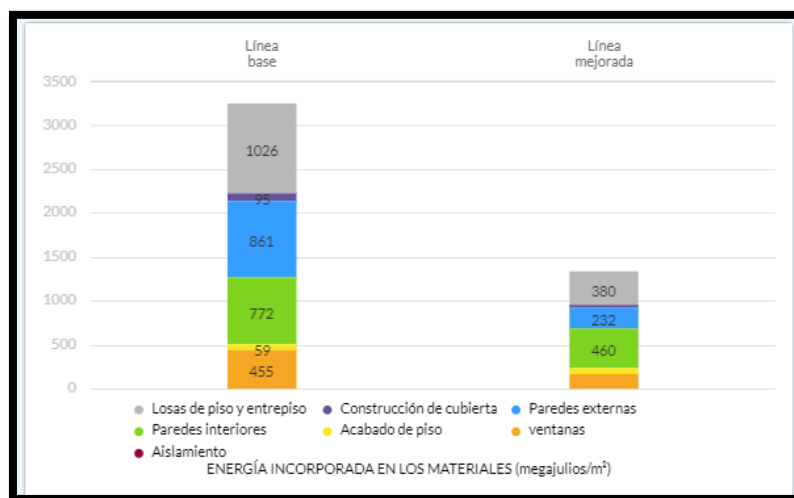
1. **Losa de Piso y Entrepiso:** En esta estrategia se busca reducir la energía incorporada en los materiales del edificio, especificando una losa de piso con una menor proporción de energía incorporada en una losa típica; por lo que para las losas intermedias se determinó una losa de concreto reforzada con un espesor de 10cm y una cuantía de acero de 7.86kg/m².
2. **Cubierta:** Para la cubierta se determinó una losa de concreto reforzado de 10cm de espesor y una cuantía de acero de 12.06Kg/m².
3. **Muros exteriores:** Se busca una especificación con una energía incorporada inferior a la de la especificación común (mampostería), por tal motivo se determina que el 52.5% de los muros exteriores se realizarán en concreto en obra con un espesor de 10cm y el 47,5% en concreto reforzado de espesor de 15cm.

4. **Muros interiores:** Teniendo en cuenta lo anterior, se determina para los muros interiores que el 96,4% se realizaran en concreto reforzado con espesor de 12cm y el 3,6% muros en concreto prefabricado de 7,5cm.
5. **Pisos:** El proyecto tipo se ajusta a la regulación Nacional de vivienda VIS por lo que no se entregan acabados de piso en los apartamentos, para el material de piso de apartamentos se asumió el caso base, baldosas Cerámicas, para la circulación de zonas comunes, donde se asumió la tableta de gres etrusca, la cual representa el 6.85% de los pisos del proyecto.
6. **Marcos de Ventanas:** Se determino que para este proyecto tipo de categoría VIS, se instalara marcos de ventanas en PVC para el 100% de la ventanería.

En la ilustración 18, el diagrama de barras está comparando la información suministrada de la línea base, la cual se basa en el diseño preliminar, en donde es un sistema industrializado con muros y placa en concreto, con muros divisores en mampostería y cuatro ventanas por apartamento ubicado en la ciudad de Bogotá.

Con esta información el software toma la línea base y la compara con las estrategias adoptadas para la disminución del consumo de la energía embebida en los materiales en los ítems evaluados por la plataforma: losas de piso y entrepiso, paredes interiores, aislamientos, construcción de cubierta, acabado de piso, paredes externas y ventanas; donde se promedia los puntajes de los ítems evaluados, determinando así el porcentaje de disminución del capítulo del recurso en cuestión; en este caso la disminución con respecto a la línea base es de 58.74%, sobrepasando con el 20% propuesto por el ente certificador.

Ilustración 18. Gráfica de las medidas de eficiencia de los materiales.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

Se debe tener en cuenta que los parámetros del caso base, el cual se está evaluando cada estrategia o metodología a implementar para la reducción del consumo de energía, agua y material del proyecto, está considerando la información de las prácticas habituales y los códigos de construcción de eficiencia energética nacionales, en este caso de Colombia, el cual se rige bajo la norma ISO 13790:2008(E) sección 12.3.1.1. y la norma ASHRAE 90.1-2007 (Sociedad Americana de ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) y el código de construcción ecológica de Colombia.

En la tabla 14, se encuentra el resumen de los porcentajes de reducción del consumo de energía, agua y materiales simulados en este escenario.

Tabla 8. Resultados de reducción de energía, agua y consumo de materiales en el escenario A.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDADES	CERTIFICACIÓN EDGE: REDUCCIÓN EN 20% ENERGIA - 20% AGUA - 20% MATERIALES
Reducción del consumo de energía	37,93	%	
Reducción del consumo de agua	37,49	%	
Reducción del consumo de materiales	58,74	%	

Fuente: Elaboración propia.

6.3. ESCENARIOS POSIBLES DE CERTIFICACIÓN EDGE EN UN PROYECTO VIS

En busca de encontrar la mejor opción para la reducción del consumo de energía, agua y materiales en un proyecto de vivienda de interés social; se realizara dos simulaciones teniendo en cuenta que se mantendrá las mismas condiciones geográficas, de diseño y de tipología, sin embargo se ajustaran medidas y/o estrategias en cada factor a reducir para mejorar los porcentajes de mejoramiento y así generar la mejor opción la cual se comparara en términos monetarios para que sirva como base en las decisiones de los gerentes de proyectos que quieran incursionar en estos proyectos VIS en condiciones de construcción sostenible.

6.3.1. ESCENARIO B

Se maneja las mismas condiciones del proyecto simulado inicialmente, es decir la misma línea base de comparación; pero se modifican algunas estrategias que se describirán a continuación para aumentar la reducción del consumo de energía, agua y materiales.

Diseño: Se conserva la ubicación en Bogotá, barrio Madelena, tipología A con 45m² en cada apartamento y las mismas características de diseño del escenario A.

6.3.1.1. **Medidas de eficiencia energética en el escenario B:**

- a. Se simuló instalar vidrios de alto rendimiento térmico y baja emisividad en las ventanas de los apartamentos, logrando evitar que la sensación térmica de calor escape al exterior, además de generar un aislamiento térmico, acústico, ayudando así a un control solar del inmueble, tal como se muestra en la ilustración 19.

Ilustración 19. Rendimiento térmico y baja emisividad en las ventanas de los apartamentos.

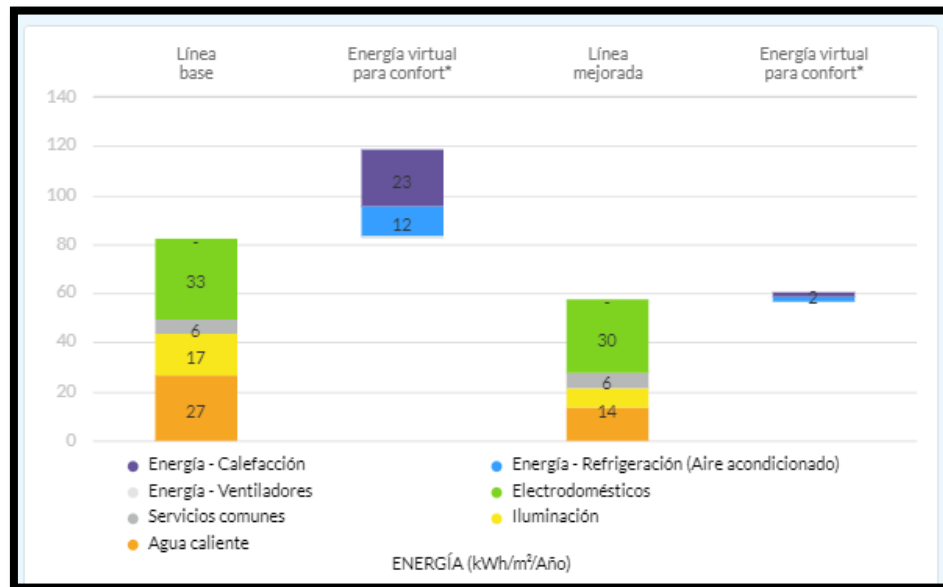
<input checked="" type="checkbox"/>	HME07 Vidrio de baja emisividad - Valor-U: de 1.6 W/m ² .K y SHGC: 0.41			
	[W/m ² .K]	1.6	SHGC	0.41
<input checked="" type="checkbox"/>	HME08 Vidrio de alto rendimiento térmico - Valor-U: 1.6 W/m ² .K y SHGC...			
	[W/m ² .K]	1.6	SHGC	0.41

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- b. Ventilación natural, en la cual se pensó en el aumento de rejillas de ventilación junto con el marco anti-condensación de las ventanas en PVC, generando así una mejor circulación de aire, para asegurar una ventilación natural.
- c. Se simuló instalar un calentador eléctrico por apartamento, con una eficiencia del 95%; el cual contribuye en la disminución de emisiones de CO₂.
- d. Estos electrodomésticos de línea blanca no se entregan con el inmueble, pero se adjuntan las especificaciones requeridas en el manual del usuario para la adquisición de estos elementos con el sello de eficiencia energética.

Con estos ítems adicionales respecto a la simulación del escenario A y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de energía en un 48.34%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED, tal como se muestra en la ilustración 20.

Ilustración 20. Gráfica de Medidas de Eficiencia Energética Implementadas en el Escenario B.



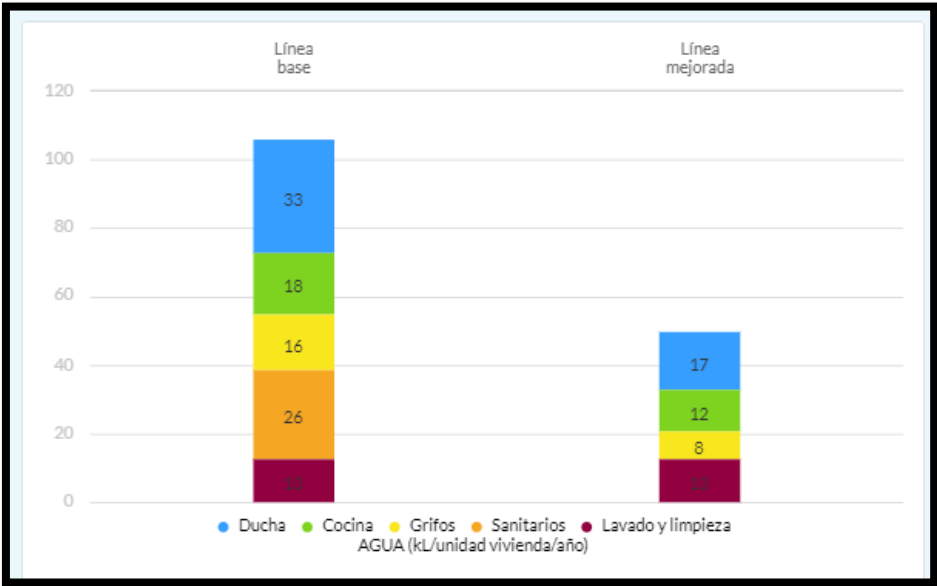
Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.3.1.2. Medidas de Eficiencia de Agua en el Escenario B:

- a. Se aplicó el ítem de aguas grises recicladas para la descarga de los sanitarios, el cual se pensó en realizar una conexión adicional entre el lavamanos y el tanque del sanitario para reutilizar el agua.

Con este ítem adicional respecto a la simulación del escenario A y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de agua en un 52.39%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED., tal como se muestra en la ilustración 21.

Ilustración 21. Gráfica de las Medidas de Eficiencia del Agua Implementadas en el Escenario B.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.3.1.3. Medidas de Eficiencia en Materiales en el Escenario B:

- a. Se añadió el aislamiento en el techo, gracias a las fibras de poliestireno que en concretos especiales trae como método de aislamiento, obteniendo el resultado que se observa en la ilustración 22.

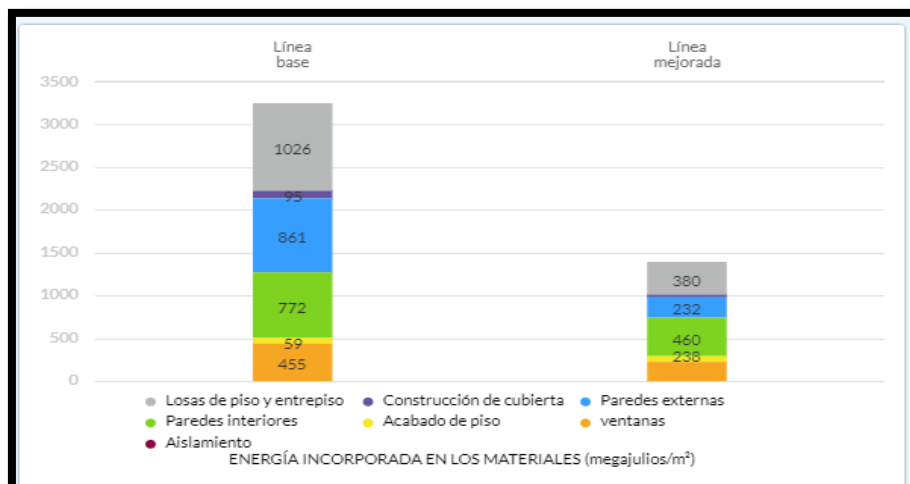
Ilustración 22. Resultado el aislamiento de techo implementado en el escenario B.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

Con este ítem adicional respecto a la simulación del escenario A y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de materiales en un 58,92%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED, tal como lo muestro la ilustración 23.

Ilustración 23. Gráfica de las Medidas de Eficiencia de los Materiales en el Escenario B.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

En conclusión, del escenario B, en la tabla 9, se aprecian los porcentajes de reducción obtenidos de las estrategias implementadas para la simulación.

Tabla 9. Resumen del Escenario B.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDADES	
Reducción del consumo de energía	48,34	%	CERTIFICACIÓN EDGE ADVANCED: REDUCCIÓN EN 40% ENERGIA - 20% AGUA - 20% MATERIALES
Reducción del consumo de agua	52,39	%	
Reducción del consumo de materiales	58,92	%	

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2. ESCENARIO C

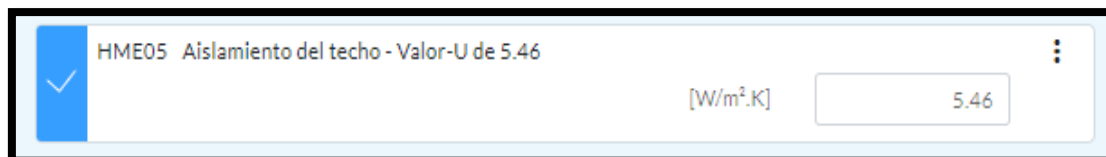
Se maneja las mismas condiciones del proyecto inicial simulado, es decir la misma línea base de comparación; pero se modifican algunas estrategias que se describirán a continuación para aumentar la reducción del consumo de energía, agua y materiales.

Diseño: Se conserva la ubicación en Bogotá, barrio Madelena, tipología A con 45m2 en cada apartamento y las mismas características de diseño del escenario A.

6.3.2.1. Medidas de eficiencia energética en el Escenario C

- a. Se aplicó la medida adicional de aislamiento del techo, el cual se pensó en utilizar una pintura bituminosa de color gris en todos los apartamentos generando un aislamiento tanto de bajas como de altas temperaturas, obteniendo el valor representado en la ilustración 24.

Ilustración 24. Valor U de las medidas de aislamiento del techo en el escenario C.



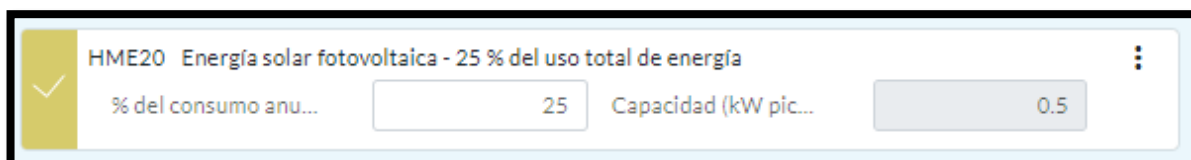
HME05 Aislamiento del techo - Valor-U de 5.46

[W/m².K] 5.46

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- b. Se presume instalar paneles solares en la cubierta del cuarto de máquinas para que suministre energía en las zonas comunes del edificio; tal como se observa en la ilustración 25.

Ilustración 25. Uso de la Energía solar Fotovoltaica en el Escenario C.



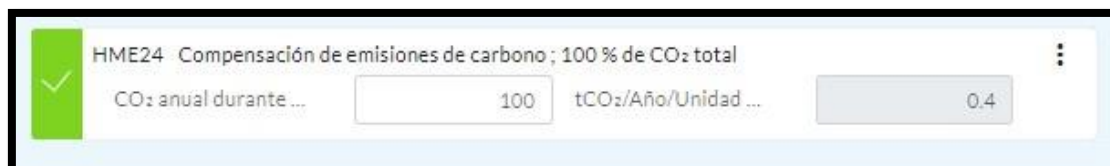
HME20 Energía solar fotovoltaica - 25 % del uso total de energía

% del consumo anu... 25 Capacidad (kW pic... 0.5

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

- c. Se considera una compensación económica a cambio del CO₂ producido por la construcción, la cual se proyectaría para el uso de reforestación de zonas cercanas al proyecto; obtenido como resultado la ilustración 26.

Ilustración 26. Porcentaje de compensación de emisiones de Carbono implementados en el Escenario C.



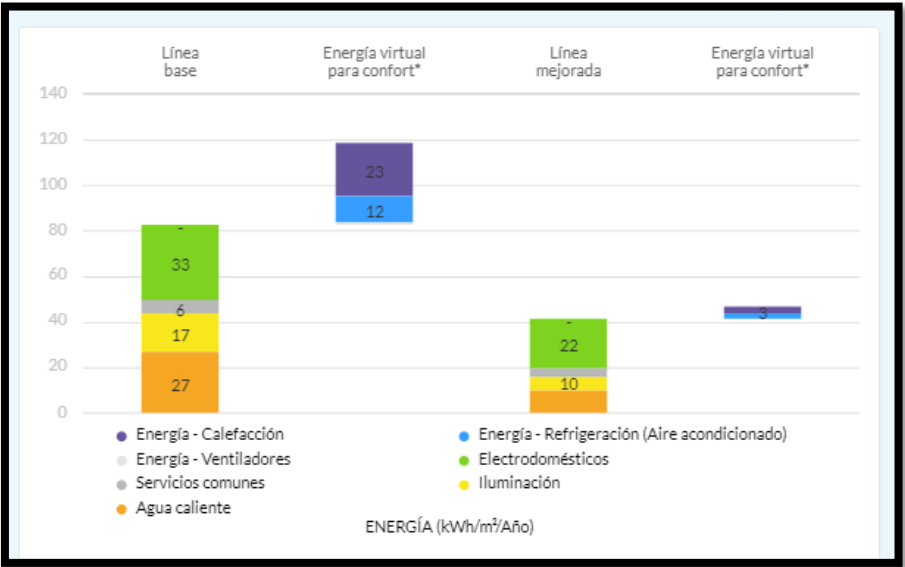
HME24 Compensación de emisiones de carbono; 100 % de CO₂ total

CO₂ anual durante ... 100 tCO₂/Año/Unidad ... 0.4

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

Con estos ítems adicionales respecto a la simulación del escenario A y B y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de energía en un 59.56%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED; como se muestra en la ilustración 27.

Ilustración 27. Gráfica de las Medidas de la Eficiencia Energética Implementadas en el Escenario C.

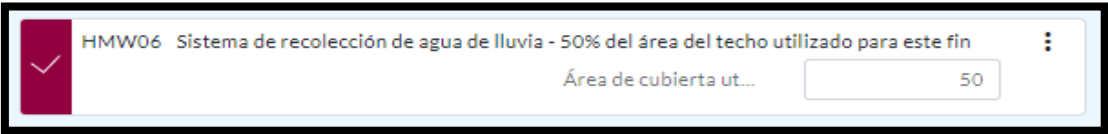


Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.3.2.2. Medidas de Eficiencia de Agua en el Escenario C.

- a. Se considera instalar tanques recolectores en zonas no transitables de la cubierta, encargados de recoger el agua lluvia y suministrarla a los puntos de agua de las zonas comunes; obteniendo el porcentaje de ahorro tal como se evidencia en la ilustración 28.

Ilustración 28. Medidas de recolección de agua lluvia implementadas en el Escenario C.

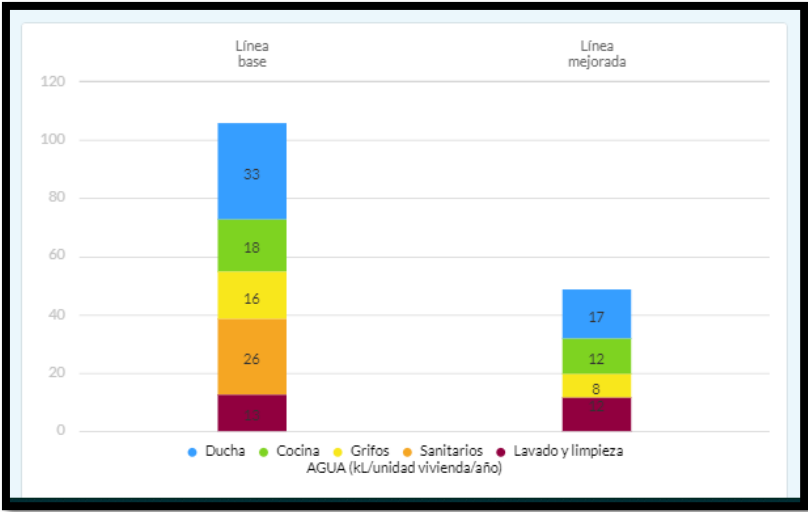


Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

Con este ítem adicional respecto a la simulación del escenario A y B y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de

agua en un 53.61%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED; tal como se representa en la ilustración 29.

Ilustración 29. Gráfica de las Medidas de la Eficiencia del Agua Implementadas en el Escenario C.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

6.3.2.3. Medidas de Eficiencia en Materiales Implementadas en el Escenario C:

- a. Se considera en colocar bloques de arcilla en forma de panal con yeso en ambas caras en un porcentaje de muros internos, ya que de esta forma no afecta el diseño estructura y disminuye el consumo de energía en los materiales, obteniendo los resultados contemplados en la ilustración 30.

Ilustración 30. Medidas de disminución de materiales respecto a muros divisorios y de fachada.

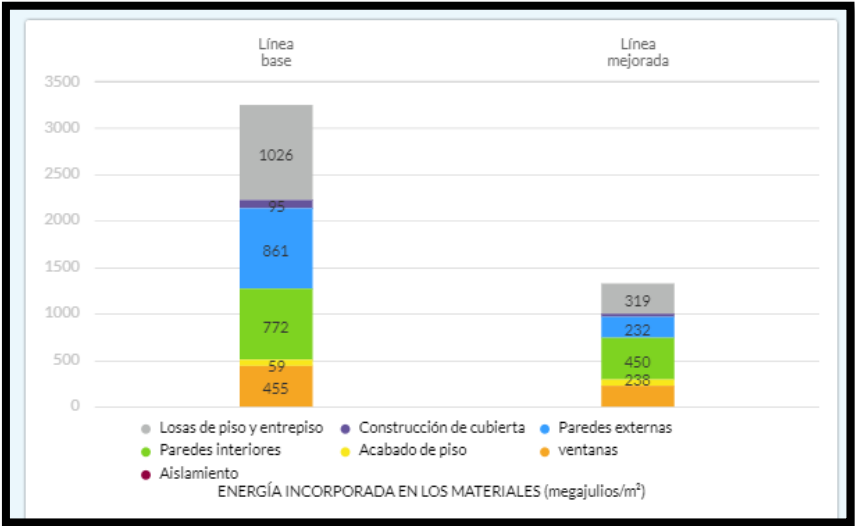
A screenshot of a software interface for material selection and specification. The interface is divided into two main sections: 'Paredes interiores' and 'Bloques de arcilla en forma de panal con yeso en ambas caras'. Each section has a dropdown menu for 'Tipo' and input fields for 'Proporción %' and 'Grosor (mm)'. The 'Paredes interiores' section is currently selected, showing 'Tipo 1' and 'Pared reforzada en obra'.

Sección	Tipo	Proporción %	Grosor (mm)
Paredes interiores	Tipo 1	96.4	120
Bloques de arcilla en forma de panal con yeso en ambas caras	Tipo 2	3.59999999999999943	75

Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

Con este ítem adicional respecto a la simulación del escenario A y B y acordes a la esencia de un proyecto VIS, se consigue obtener una reducción en el consumo de materiales en un 59,19%, lo que genera una certificación EDGE ADVANCED.

Ilustración 31. Gráfica de Medidas de Eficiencia de Materiales Implementada en el Escenario C.



Fuente: (International Finance Corporation, 2020)

En conclusión, del escenario C, los porcentajes de reducción se pueden contemplar en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen del Escenario C.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDADES	CERTIFICACIÓN EDGE ADVANCED: REDUCCIÓN EN 40% ENERGIA - 20% AGUA - 20% MATERIALES
Reducción del consumo de energía	59,56	%	
Reducción del consumo de agua	53,61	%	
Reducción del consumo de materiales	59,19	%	

Fuente: *Elaboración Propia.*

Este escenario es el más prometedor ya que disminuye más del 50% de consumo en energía, agua y materiales en el proyecto; pero posiblemente tendrá un impacto negativo en el costo del inmueble que probablemente se recuperara en un determinado tiempo del uso de la edificación; teniendo en cuenta esto, a continuación se realizará la comparación de los demás factores que influyen y/o

impactan el proyecto, ya que tal reducción pueden generar beneficios ambientales pero un posible sobre costo en el proyecto.

En la tabla 11, se analiza los resultados obtenidos de la simulación EDGE, de los tres escenarios previstos lo cual se determina que:

- Cuando se le agrega más medidas y/o estrategias de eficiencia para la disminución del consumo del recurso este va aumentando en cada escenario, hasta que en el escenario C, se contempla una reducción ideal para un proyecto VIS, debido a que supera más del 50% de disminución en el consumo.
- La energía es el recurso que más medidas se debe implementar de forma certera y acorde con el diseño para disminuir el consumo de esta, por tal motivo entre más estrategias se implementan, disminuye el consumo final de energía del edificio, esta medida contempla todo el ciclo de vida útil del éste.
- El consumo de agua se puede controlar con aparatos hidráulicos de bajo consumo que existen actualmente en el mercado de forma eficaz y poco costosa, pero en el caso de ir un poco más allá la implementación de medidas de recirculación o reutilización de agua lluvias, grises o residuales ofrecen un valor agregado al proyecto, debido a que disminuirá de forma significativa el consumo de este recurso.
- Se tiene en cuenta el consumo de cada servicio público, y así mismo la disminución de este a causa de cada medida implementada, lo que genera que cuando se ajustan las estrategias, la reducción del costo va aumentando, siendo este un gran beneficio económico para los usuarios finales del inmueble.
- Cuando se aplican las estrategias de eficiencia en cada recurso el costo del inmueble va aumentando, afectando directamente al usuario final.
- El retorno de años se ve directamente influenciado con las estrategias implementadas en el proyecto para la disminución de consumo de energía, agua y materiales, entre más y mejores estrategias se usen el retorno en años de dinero invertido se disminuirá.
- Gracias a las medidas implementadas en cada escenario aumenta el ahorro de CO₂ durante el uso de la vivienda, lo que significa un impacto positivo al ambiente.
- Cuando se usan materiales con sellos ambientales, se observa que el ahorro de energía aumenta, debido a que en la fabricación de tales elementos no se consume más de lo debido en este recurso, gracias a la implementación de estrategias en su elaboración.
- Se observa que hay un crecimiento ascendente en cada uno de los factores (energía, agua y materiales), gracias a las medidas a implementar, lo que indica que entre mejor la medida o más eficaz es este mayor ahorro se va obtener, beneficiando al usuario final y al medio ambiente.

- Las emisiones y el ahorro son inversamente proporcional, debido a que mientras la primera disminuye la otra aumenta, impactando positivamente al ambiente, lo que significa que las medidas implementadas van encaminadas a mejorar el impacto medio ambiental y proporcionarle ahorro al usuario final.
- Tanto la superficie como el número de personas es constante en los tres escenarios, debido a que se manejó las mismas condiciones.

Tabla 11. Resumen de Escenarios Simulados.

	ESCENARIO A	ESCENARIO B	ESCENARIO C
ACTIVIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
Reducción del consumo de energía	37,16%	48,34%	59,56%
Reducción del consumo de agua	37,49%	52,39%	53,61%
Reducción del consumo de materiales	58,74%	58,92%	59,19%
Consumo final de energía	229,09 kWh/Mes/Unidad Vivienda	212,17 kWh/Mes/Unidad Vivienda	159,13 kWh/Mes/Unidad Vivienda
Consumo final de Agua	5,51 Ls/Mes/Unidad Vivienda	4,2 Ls/Mes/Unidad Vivienda	4,09 Ls/Mes/Unidad Vivienda
Costos de servicios públicos	25,37 \$/Mes/Unidad	25,37 \$/Mes/Unidad	25,37 \$/Mes/Unidad
Reducción en el costo de servicios públicos	6,83 \$/Mes/Unidad	8,23 \$/Mes/Unidad	12,48 \$/Mes/Unidad

Costo Incremental	0 \$/Unidad	1413,71 \$/Unidad	2073,52 \$/Unidad
Retorno en años	0 Años	14,31 Años	13,85 Años
Ahorro de CO2 durante el uso	0,23 tCO2/Año/Unidad de Vivienda	0,28 tCO2/Año/Unidad de Vivienda	0,43 tCO2/Año/Unidad de Vivienda
Ahorro de energía incorporada en materiales	98,86 MJ/Unidad	99,17 MJ/Unidad	99,62 MJ/Unidad
Ahorros de energía	802,3 MWh/Año	964,53 MWh/Año	1473,1 MWh/Año
Ahorros de Agua	31,68 m3/Año	44,28 m3/Año	45,31 m3/Año
Ahorros de energía incorporada en los materiales	78,99 GJ	79,23 GJ	79,6 GJ
Emisiones de Carbono	507,4 tCO2/Año	469,93 tCO2/Año	352,44 tCO2/Año
Ahorros de CO2	185,33 tCO2/Año	222,81 tCO2/Año	340,29 tCO2/Año
Superficie total del subproyecto	44,98 m2	44,98 m2	44,98 m2
Número de personas impactadas	2397 und	2397 unid	2397 unid

Fuente: Elaboración Propia.

6.4. COMPARACIÓN ESTRATEGIAS VS COSTOS

Se realiza una comparación de costos, con los elementos implementados en los diferentes parámetros que se evalúan en la plataforma EDGE, donde se dio un análisis detallado para disminuir el consumo de energía, agua y materiales; mostrando como resultado el costo por m2 de cada uno escenarios planteados para lograr la certificación EDGE en un proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS); este análisis califica 28 alternativas, donde se estima el impacto de financiación y alto potencial de acogida en el mercado de la construcción sostenible en Colombia, que se describe en la tabla 12.

En la Tabla 12 se refleja, el análisis de los precios de cada elemento que actualmente existe en el mercado de la construcción en Colombia; donde se compara el costo por metro cuadrado (m2) según las opciones propuestas en cada escenario de la certificación EDGE; cada escenario varía dependiendo la cantidad de alternativas evaluadas, debido a que se busca un ideal para implementarlo en un proyecto de interés social; por tal motivo se analiza lo siguiente:

- En el primer cuadro de la certificación EDGE, se reflejan 20 alternativas que se utilizaron como estrategia para la reducción del consumo de agua, energía y de materiales, encontrando que el metro cuadrado (m2) cuesta \$1.999.236 COP.
- En el segundo cuadro, se reflejan 3 alternativas adicionales a la certificación EDGE, encontrando que el costo por metro cuadrado (m2) es de \$ 3.324.767 COP, logrando la Certificación ADVANCED y esta aumenta los costos para la ejecución del proyecto, generando impacto en el precio de inmueble que afectaría al usuario final.
- En busca de un escenario ideal para un proyecto VIS, se alcanzó en el escenario C, donde se ve reflejado un aumento en el ahorro de agua, energía y materiales por encima del 50%; para ello se implementaron 3 alternativas adicionales, las cuales tienen con costo por metro cuadrado (m2) de \$ 4.059.657 COP; es el más alto respecto a los dos escenarios anteriores.

Tabla 12. Tabla comparativa de los diferentes Escenarios

CERTIFICACIONES	EDGE				ADVANCED				ADVANCED			
ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Ventana en PVC	6,96	m2	156.000	1.085.760	6,96	m2	156.000	1.085.760	6,96	m2	156.000	1.085.760
Teja metálica blanca 0,27mm	45	m2	39.370	1.771.650	45,00	m2	39.370	1.771.650	45	m2	39.370	1.771.650
Impermeabilizante color aluminio en fibra de vidrio.	45	m2	28.480	1.281.600	45,00	m2	28.480	1.281.600	45	m2	28.480	1.281.600
Pintura Esgrafiada Fachada	37	KG	18.783	694.971	37,00	KG	18.783	694.971	37	KG	18.783	694.971
Superficie sombreado en superboard		m2	185.581	-	-	m2	185.581	-	-	m2	185.581	-
Placa de concreto entrepiso (100mm)	45	m2	156.000	7.020.000	45,00	m2	156.000	7.020.000	45	m2	156.000	7.020.000
Lámparas LED en con bulbo E27 P27990	6	unid	13.990	83.940	6,00	unid	13.990	83.940	6	unid	13.990	83.940
Lámparas zonas comunes y apartamentos	3	unid	12.000	36.000	3,00	unid	12.000	36.000	3	unid	12.000	36.000
sensores E60 zonas comunes y apartamentos.	3	UNIDAD	25.600	76.800	3,00	UNIDAD	25.600	76.800	3	UNIDAD	25.600	76.800
CRORONA-ALUVIA grifería lavaplatos sencilla palanca ref. AV5010001	1	UNIDAD	57.900	57.900	1,00	UNIDAD	57.900	57.900	1	UNIDAD	57.900	57.900
CORONA-ALUVIA Grifería de 8 pulgadas Triceta ref. AV4020001	1	UNIDAD	76.900	76.900	1,00	UNIDAD	76.900	76.900	1	UNIDAD	76.900	76.900
CORONA ALUVIA Grifería lavamanos 4 pulgadas Triceta Ref. AV1020001	1	UNIDAD	65.900	65.900	1,00	UNIDAD	65.900	65.900	1	UNIDAD	65.900	65.900
CORONA AVANTI sanitario simple PLUS ref. 302991001	1	UNIDAD	260.900	260.900	1,00	UNIDAD	260.900	260.900	1	UNIDAD	260.900	260.900
Losa de concreto reforzada en obra con un espesor de 100 mm y una cuantía de acero de refuerzo 7,86 kg/m2	45	m2	15.000	675.000	45,00	m2	15.000	675.000	45	m2	15.000	675.000
Cubierta de Losa de Concreto reforzado en obra de 100mm de espesor y una cuantía de acero de refuerzo de 12.06kg/m2.	45	m2	450.000	20.250.000	45,00	m2	450.000	#####	45	m2	450.000	20.250.000
Muros exteriores de concreto con un espesor de 150 mm 52%	23,4	m2	97.431	2.456.836	23,40	m2	97.431	2.279.885	23	m2	97.431	2.279.885
Muros exteriores de concreto con un espesor de 100 mm 45%	20,25	m2	104.993	2.231.510	20,25	m2	104.993	2.126.108	20	m2	104.993	2.126.108
Muros interiores en concreto reforzado en obra de espesor 120mm (96,4%)	43,2	m2	110.198	4.760.554	43,20	m2	110.198	4.760.554	43	m2	110.198	4.760.554
Muros en concreto prefabricado de 75mm de espesor. (3,6%)	1,62	m2	99.210	160.720	1,62	m2	99.210	160.720	2	m2	99.210	160.720
Tableta de gres etrusca	45	m2	25.000	1.125.000	45,00	m2	25.000	1.125.000	45	m2	25.000	1.125.000
Vidrio de baja densidad alta termicidad	6,96	m2			6,96	m2	35.000	243.600	7	m2	25.000	174.000
Rejillas metálicas ventilación	3	UNIDAD			3,00	UNIDAD	456.200	1.368.600	3	UNIDAD	35.000	105.000
Marco de ventanas con anticodesancion	6,26	m2			6,26	m2	562.221	3.519.503	6	m2	456.200	2.855.812
Modificación descargue del sanitario con utilizando el agua del lavamos	1	global			1,00	global	120.000	120.000	1	global	562.221	562.221
Fibra de vidrio poliestileno en el concreto		kg			9,00	kg	152.110	1.368.990	9	kg	120.000	1.080.000
Pintura vitinosa	45	m2							45	m2	26.000	1.170.000
Instalación de paneles solares incluye accesorios	45	m2							45	m2	780.000	35.100.000
Compensación económica para el proyecto a cambio del CO2 para el huso zonas urbanas para el proyecto	45	m2							45	m2	56.000	2.520.000
TOTAL POR METRO CUADRADO	m2		1.999.236		m2		3.324.767		m2		4.059.657	

Fuente: Elaboración Propia. Precios Unitarios (CONSTRUCTORA COLPATRIA, 2018)

Por lo anterior, se puede decir que al aumentar las alternativas y/o estrategias el precio por metro cuadrado (m2) tiene un incremento del 40% aproximadamente respecto a los escenarios A y B; lo que genera un impacto económico en el aumento del inmueble al usuario final; repercutiendo en la finalidad de un proyecto de vivienda de interés social, el cual debe ser asequible a las poblaciones más vulnerables; por lo que la opción A, es la más óptima para ofrecer un valor agregado a proyectos de ésta categoría.

A continuación, se describe en la Tabla 13 el presupuesto de un proyecto VIS, donde se detalla el costo por metro cuadrado (m2) de construcción sin certificación EDGE en Colombia.

Tabla 13. Presupuesto de un Proyecto VIS sin Certificación EDGE.

ESCENARIO 0 SIN CERTIFICACION EDGE				
ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Ventana en PVC	6,26	m2	167.014	1.045.510
Impermeabilizante color aluminio en fibra de vidrio.	49	m2	68.456	3.080.520
Pintura Esgrafiada Fachada	37	KG	1427,9	52.832
Superficie sombreado en superboard	0	m2		-
Placa de concreto entrepiso (100mm)	49	m2	91.357,56	4.111.090
Roseta para bombillo 110 w	9	UNIDAD	33.070,00	165.350
Lámparas zonas comunes tipo LED ECO 1685pv12-PROTON	6	UNIDAD	39.950,00	248.058
Sensores para la iluminación de zonas comunes y apartamentos. 360 incluye instalación SEE06 sobre poner	3	UNIDAD	19.000,00	57.000
Cabezal de ducha ref.544100001 Sin Salida Bañera 8" Píscis	1	UNIDAD	69.000,00	69.000
lavaplatos grifería Sencillo Galaxia Pico Cisne ref. 505070001.	1	UNIDAD	26.456,05	26.456
Mesón cocina 1,50*0.50 en acero inoxidable	1	UNIDAD	293.124,00	293.124
Combo sanitario constructor incluye sanitario, lavamos, grifería y kit de accesorios.	1	UNIDAD	258.958,3	258.958
Cubierta de Losa de Concreto reforzado en obra de 120mm de espesor y una cuantía de acero de refuerzo.	49	m2	114.565,23	5.155.435
Muros exteriores en concreto de espesor 300 mm	9	m2	266.965,00	1.201.343
Muros exteriores en concreto espesor 200 mm	32	m2	233.392,00	7.351.848
Muros exteriores en concreto de espesor 500 mm	9	m2	741.748,00	3.337.866
Muros exteriores en concreto espesores 250 mm	9	m2	272.923,00	1.228.154
Muros divisorios en mampostería bloque 5.	27	m2	29.770,00	803.790
Muros interiores en concreto espesor 200m	1,8	m2	29.770,00	53.586
Tablo enchape etrusca (incluye nivelación e instalación)	4	m2	32.604	130416
TOTAL POR METRO CUADRADO		m2		2.789.551

Fuente: Elaboración Propia precios Unitarios (CONSTRUCTORA COLPATRIA, 2018)

Se observa en la tabla 13 el costo de un proyecto de vivienda de interés social sin certificación EDGE por metro cuadro (m2), el cual tiene un costo de \$2.789.551; que comparado con el escenario A, es más costoso aproximadamente un 27%; según

los precios del mercado de la construcción. Lo anterior indica que certificar un proyecto VIS con certificación EDGE es viable porque ayuda al ahorro en el consumo de energía, agua y materiales; aportando beneficios al medio ambiente y generando ahorros económicos tanto para el constructor, como para el usuario final, teniendo en cuenta que contempla un valor agregado, haciéndolo más atractivo el proyecto en el mercado.

A continuación se realiza una tabla de amortización sobre un crédito hipotecario para la obtención de una vivienda de interés social; simulando la tasa efectiva anual (9.8%), el tiempo (120 meses – 10 años) y la suma de los intereses sobre el valor del crédito; teniendo en cuenta que se busca escoger la mejor forma de amortización de este, que se adapte a las necesidades de los usuarios que adquieren un proyecto VIS, teniendo en cuenta los subsidios de vivienda que da el gobierno para estos tipos de proyectos.

La tabla 13 se hace el análisis de amortización del escenario A, con tasa de interés de 9.8% correspondiente a un porcentaje (mensual o anual) dependiendo de la entidad Bancaria. Cuando se adquiere un crédito hipotecario de \$89.965.620, que esta deferido a 120 meses con una cuota mensual de \$1.286.0000. se observa que el usuario final termina abonando un costo adicional de \$44.168.441, pagando a la entidad un costo total de \$125.422.620.

Tabla 14. Tabla de Amortización del Escenario A.

ESCENARIO A			
CERTIFICACION EDGE			
Valor del préstamo	89.965.620	Valor préstamo	\$ 89.965.620
Tasa efectiva anual (TNA) (30/360)	9.8%	Suma de Cuotas	\$ 125.422.061
Años	10	Suma de Interés	\$ 44.168.441
Frecuencia de Pago	Mensual		
Interés equivalente	0,78%		
N° de pagos por año	120		
Valor de Cuota Mensual	1.045.185		

Fuente. Elaboración propia. Tasa Efectiva Anual (BANCOLOMBIA, 2021)

La tabla 14 se hace el análisis de amortización del escenario A, con tasa de interés de 9.8% correspondiente a un porcentaje (mensual o anual) dependiendo de la entidad Bancaria. Cuando se adquiere un crédito hipotecario de \$149.615.515, que esta deferido a 120 meses con una cuota mensual de \$1.812.0000. se observa que

el usuario final termina abonando un costo adicional de \$76.594.457, pagando a la entidad un costo total de \$217.499.972.

Tabla 15.Tabla de Amortización del Escenario B.

Fuente: Elaboración propia. Tasa Efectiva Anual (BANCOLOMBIA, 2021)

La tabla 15 se hace el análisis de amortización del escenario A, con tasa de interés de 9.8% correspondiente a un porcentaje (mensual o anual) dependiendo de la entidad Bancaria. Cuando se adquiere un crédito hipotecario de \$182.684.565, que esta deferido a 120 meses con una cuota mensual de \$2.237.849. se observa que el usuario final termina abonando un costo adicional de \$94.569.000, pagando a la entidad un costo total de \$268.541.853.

Tabla 16.Tabla de Amortización del Escenario C.

ESCENARIO C			
CERTIFICACION ADVANCED			
Valor del préstamo	182.684.565	Valor préstamo	\$ 182.684.565
TNA (30/360)	9.8%	Suma de Cuotas	\$ 268.541.853
Años	10	Suma de Interés	\$ 94.569.288
Frecuencia de Pago	Mensual		
Interés equivalente	0,78%		
N° de pagos por año	120		
Valor de Cuota Mensual	2.237.849		

Fuente: Elaboración propia. Tasa Efectiva Anual (BANCOLOMBIA, 2021)

De acuerdo a tabla 13,14 y 15 donde se simula un crédito hipotecario, cuyo valor varía dependiendo de la cantidad de estrategias implementadas en cada uno de los escenarios, se observa que entre mayores estrategias el costo del inmueble aumentara, generando a si un mayor interés que debe cancelar el usuario final, y no sería asequible para la población de bajos ingresos la cual está dirigido la vivienda de interés social, por lo tanto el escenario A es el más favorable.

Teniendo en cuenta el análisis costo/beneficio, donde se concluye que la implementación de la certificación EDGE en un proyecto de vivienda de interés social es viable y más económico respecto a uno sin ésta; se puede decir que el beneficio es mayor y el costo es menor; por lo tanto, es un valor agregado asequible para muchas constructoras que quieran darles un atractivo a sus productos en el mercado.

6.5. IMPACTO AMBIENTAL

En la parte ambiental, en todo el recorrido del trabajo se observa que se busca la reducción del consumo de agua, energía y energía embebida en los materiales, disminuyendo la huella de carbono de la edificación antes, durante y puesta en operación de la misma; generando un impacto positivo en el ambiente con cada estrategia implementada para la obtención de la certificación; por tal motivo se expone una lista de características con sus ventajas y desventajas tanto ambientales como económicas en los escenarios realizados, junto con el escenario C (sin certificación EDGE).

Con la anterior caracterización se obtiene la lista de chequeo que un Gerente de Proyecto debería tener en cuenta como una herramienta de lecciones aprendidas. **Ver Anexo 2. Análisis de los beneficios económicos y ambientales de un proyecto VIS con certificación EDGE frente a un proyecto sin certificación EDGE.**

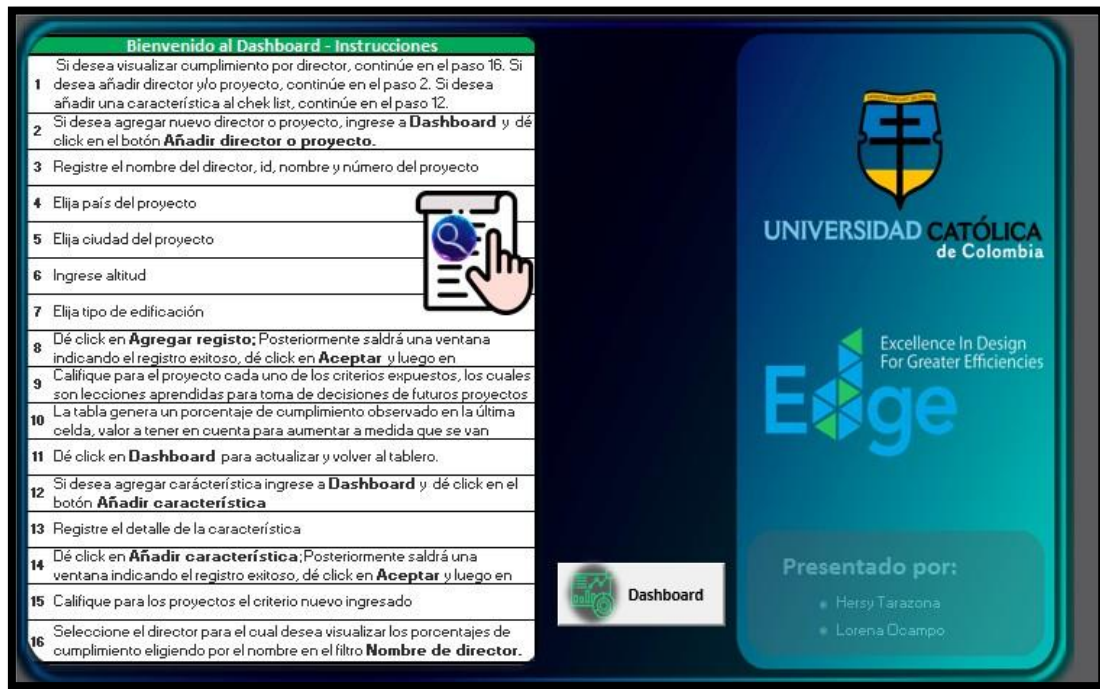
6.6. ENTREGABLE

Con los resultados obtenidos, en el análisis de los costos y los beneficios tanto ambientales como económicos se detalla las características para tener la lista de chequeo de lecciones aprendidas; las cuales se desarrollan en un dashboard, que puede involucrar la información de diversos gerentes de proyectos en una organización y las lecciones aprendidas que ellos han obtenido a través de la ejecución de este tipo de proyectos (VIS).

A continuación, se detalla la hoja de Excel Interactiva creada como herramienta para toma de decisiones para futuros gerentes de proyectos lo cual contiene todas las lecciones aprendidas logradas en este trabajo.

1. Página de inicio con las instrucciones de cómo manejar la plataforma, como se observa en la ilustración 32.

Ilustración 32. Página de Inicio.

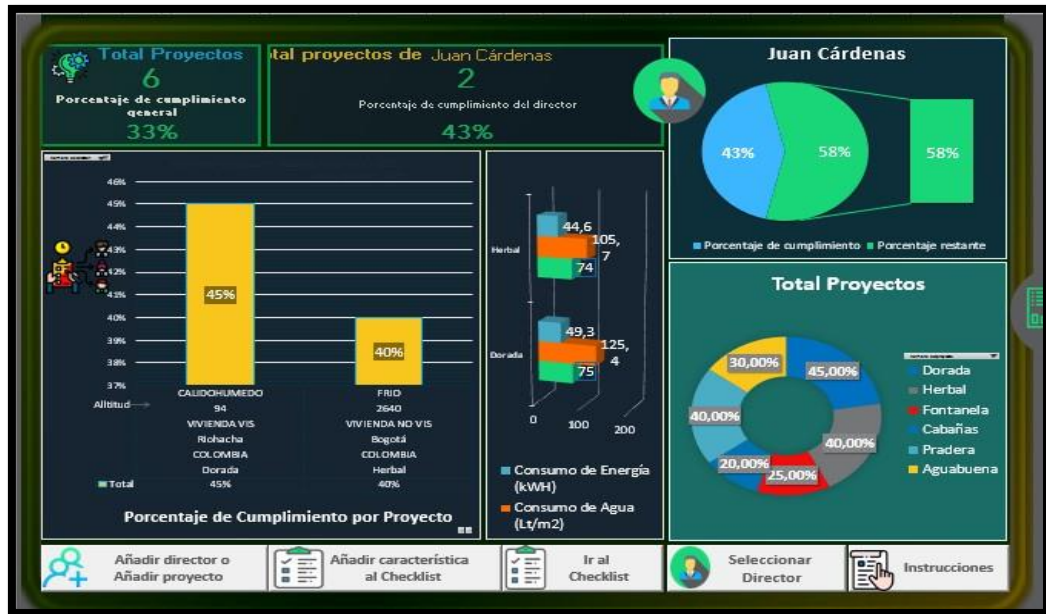


Fuente: Elaboración propia.

- En la ilustración 33 se contemplar la representación gráfica y numérica de los proyectos. En esta ventana se puede observar el porcentaje de cumplimiento de los proyectos realizados por cada gerente, teniendo en cuenta la lista de chequeo obtenida en este trabajo, lo cual involucra la ciudad del proyecto, junto con las características intrínsecas de la ciudad; detallando el porcentaje de cumplimiento del proyecto de acuerdo a los parámetros de eficiencia del consumo de agua, energía y materiales y así llevar un documento con las lecciones aprendidas en la organización.

En esta misma ventana se puede añadir un director nuevo o un proyecto, adicionar características que se consideren que se pueden tener en cuenta en futuros proyectos para el alcance de una certificación de construcción sostenible; se puede seleccionar el director que se quiere evaluar, además de volver a las instrucciones por si el usuario tiene alguna confusión.

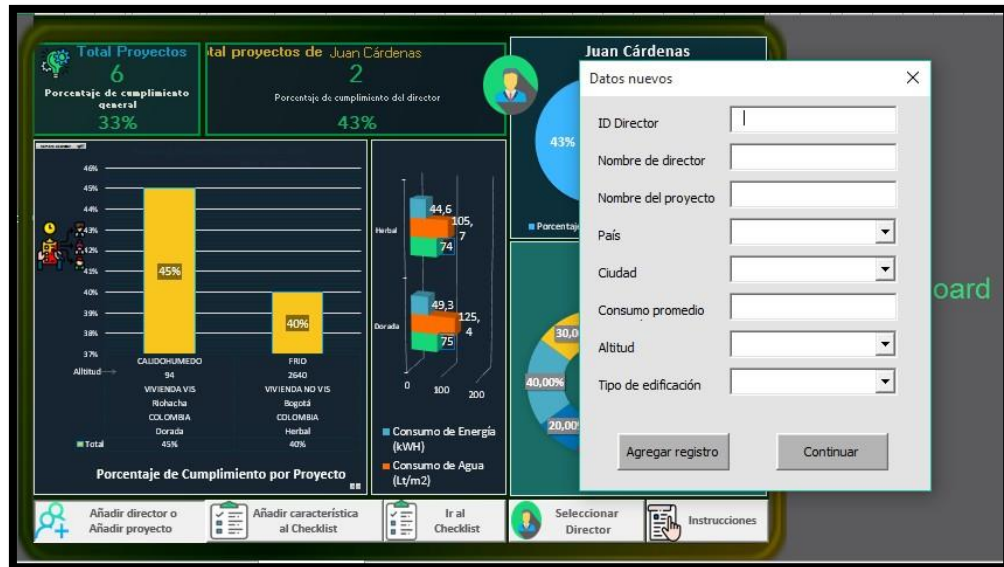
Ilustración 33. Interfaz de interacción del usuario.



Fuente: Elaboración propia

- En la ilustración 34 aparece la pestaña de “añadir director o proyecto”, se abre una ventana emergente en donde se puede añadir el nuevo director o un proyecto adicional a la organización, donde se debe agregar su identificación, nombre, país y ciudad del proyecto, el cual asocia inmediatamente el consumo promedio de energía y agua junto con la altitud; luego se debe seleccionar el tipo de edificación y agregamos un nuevo registro a la base de datos de la organización.

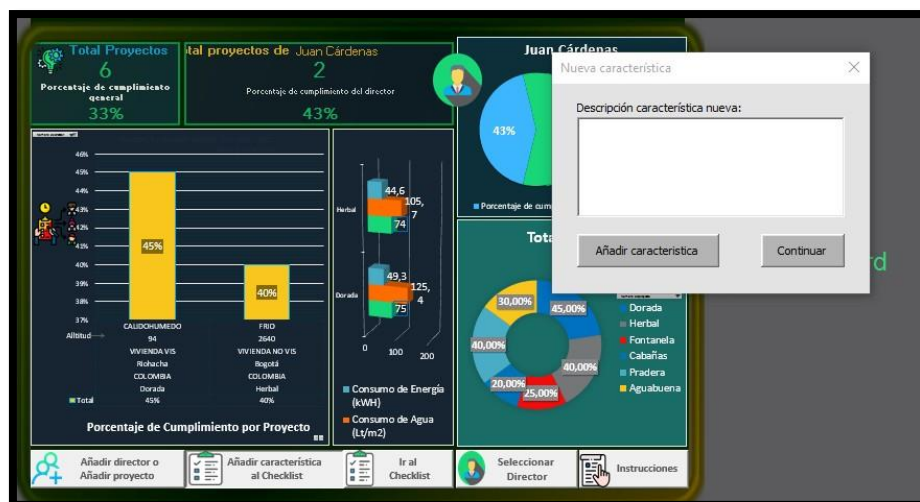
Ilustración 34 Interfaz de Nuevos Registros en la Base de Datos



Fuente: Elaboración propia

- En la ilustración 35 se percibe la pestaña “añadir característica en la check list”, se abre una ventana emergente, en donde se escribe la característica a tener en cuenta en futuros proyectos, la cual se va a guardar en la base de datos del documento.

Ilustración 35. Interfaz para Creación de Nuevas Lecciones Aprendidas.



Fuente: Elaboración propia

- En la ilustración 36 se puede ver la pestaña “ir a la check list”, donde vincula la tabla con la información ingresada en las demás pestañas, además de

contener cada característica (anexo 2) que el director de proyectos aprueba o desaprueba según su cumplimiento en el proyecto, obteniendo así un porcentaje final de aprobación que se verá reflejado en su ventana gráfica, la cual se muestra en el ítem 2.

Ilustración 36. Lista de Chequeo.

<div> <div>Checklist</div> <div>Dashboard</div> <div>Instrucciones</div> </div>										
ID Director	Nombre de director	Nombre del proyecto	País	Ciudad	Altitud	Zona Climática	Consumo promedio de Energía (kWh)	Consumo promedio de Agua (Lt/m2)	Consumo promedio de material	Tipo de edificación
1	Juan Cárdenas	Dorada	COLOMBIA	Riohacha	94	CALIDOHUMEDO	49,3	125,4	75	VIVIENDA VIS
1	Juan Cárdenas	Herbal	COLOMBIA	Bogotá	2640	FRIO	44,6	105,7	74	VIVIENDA NO VIS
2	Camilo Rodríguez	Fontanela	COLOMBIA	Bogotá	480	CALIDOHUMEDO	49,3	125,4	87	VIVIENDA VIS
2	Camilo Rodríguez	Cabañas	COLOMBIA	Riohacha	94	CALIDOHUMEDO	49,3	125,4	75	VIVIENDA NO VIS
2	Camilo Rodríguez	Pradera	COLOMBIA	Riohacha	23	CALIDOHUMEDO	49,3	125,4	96	VIVIENDA VIS
3	Tatiana Martínez	Aguebuna	COLOMBIA	Riohacha	1000	TEMPERADO	44	113,9	45	VIVIENDA VIS

<div> <div>Dashboard</div> <div>Instrucciones</div> </div>				
Los ahorros generados gracias al bajo consumo benefician solo al usuario final y al medio ambiente.	Las acciones utilizadas para disminuir el consumo de los recursos generan un beneficio en la disminución de la generación del CO2 por parte de la edificación durante su vida útil.	Existe un retorno en la inversión a través del tiempo	Existe un ahorro en el pago de servicios públicos, los cuales se beneficiaría el usuario final.	Porcentaje de cumplimiento
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	45,00%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	40,00%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25,00%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20,00%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	40,00%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	30,00%

Fuente: Elaboración propia

Con esta plataforma interactiva, se busca que la organización lleve una lista de chequeo de sus proyectos, para que el gerente tenga una herramienta de lecciones aprendidas con el cual evaluar las decisiones que toma respecto a proyecto de vivienda de interés social o cualquier construcción que desee vincular a la plataforma, en búsqueda de certificar una construcción sostenible en su empresa, y así implementar una buena práctica del PMBOK, de forma amigable e interactiva.

Se anexará el Excel interactivo mediante un link de vinculo en el **Anexo 3**.

6.7. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación planteada inicialmente para la realización de este trabajo es: ¿Qué relación beneficio-costos conlleva la implementación de la certificación Edge en un proyecto de construcción VIS respecto al proceso

constructivo tradicional?, la cual damos respuesta de acuerdo a los resultados detallados es este capítulo se determina lo siguiente:

- Según el análisis obtenido entre beneficio/costo, se observa que el escenario A, el cual tiene la certificación EDGE tiene un costos por metro cuadro (m2) de \$ 1.999.236 COP y el construido tradicionalmente escenario 0 sin certificación EDGE tiene un costo por metro cuadrado (m2) de \$ 2.789.551; lo que significa que con el escenario A el beneficio aumenta por el ahorro de energía, agua y materiales y el costo disminuye; además de ayudar con la deducción de la huella de carbono de la edificación antes, durante y puesta en operación de la misma; generando un impacto positivo en el ambiente con cada estrategia implementada para la obtención de la certificación; dándole un valor agregado al inmueble por un menor valor. Por lo tanto, la certificación de construcción sostenible es funcional y viable para las construcciones futuras de este tipo de vivienda (VIS).

7. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

Este trabajo abre posibilidades para proyectos de viviendas de interés social, logrando se conviertan en una construcción sostenibles y añadir un valor agregado a ésta consiguiendo de esta manera ser asequible a la población de bajos y medianos ingresos que actualmente este sector representa a una población vulnerable que busca mejorar su calidad de vida,

En este trabajo se obtuvieron resultados positivos en la certificación EDGE en proyectos de esta índole, se da la oportunidad de pensar en implementar una certificación sostenible en proyectos de vivienda de interés prioritario y otro tipo de proyectos, tema que en la industria y en el mercado no ha sido incursionado y podría ser un incentivo o aliciente para el desarrollo de estos tipos de proyectos.

Se sugiere promover el desarrollo de estudios nacionales orientados a la reducción de impactos generados sobre el ambiente y el consumo de recursos previo, durante y posterior a la construcción de obras.

8. CONCLUSIONES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Para un proyecto VIS el escenario ideal es el C, donde se reduce el consumo de energía a 59,56% de agua a 53,61% de materiales a 59,19% por tanto su precio aumenta sobre el inmueble afectando al usuario final.

El escenario A es el que mejor se ajusta a las condiciones propias de una vivienda VIS ya que por metro cuadrado es más económico aproximadamente un 27%, comparado con el escenario O el cual no cuenta con una certificación.

Es factible implementar la certificación EDGE en un proyecto VIS puesto que aporta beneficios al medio ambiente y genera ahorros tanto para el constructor y como para el usuario final.

En el escenario A se puede decir que la relación beneficio costo aumenta el beneficio y disminuye el costo dándole un valor agregado al inmueble siendo este asequible para población de mediano y bajos ingresos.

En los escenarios A, B y C se puede observar que entre mayor sean las alternativas implementadas en cada capítulo, aumenta el costo en un 40% por metro cuadro, generando un impacto económico negativo ya que aumenta el inmueble a los usuarios finales.

La reducción del consumo de Agua en 37.49 % ayuda a disminuir la huella de carbono en un 20% CO2 al año durante la vida útil de la edificación, disminuyendo las emisiones que afectan el cambio climático.

Se desarrollo una herramienta digital de trabajo en campo que es aplicable y facilita la toma decisiones a gerentes de proyectos, que quieren alcanzar una construcción sostenible.

Con la herramienta visual desarrollada en este trabajo la organización puede llevar una lista de chequeo de sus proyectos, para que el gerente tenga una herramienta de lecciones aprendidas con el cual evaluar las decisiones que toma así implementar una buena práctica del PMBOK, de forma amigable e interactiva.

La certificación EDGE no es muy común en la actualidad en proyectos de vivienda de interés social, lo cual es importante para la formulación de un proyecto, cumpliendo con estándares internacionales, facilitando la obtención de edificaciones ecológicas, siendo preciso acotar su gran impacto social; relacionado con la equidad y accesibilidad a una vivienda digna.

La energía es el recurso que más medidas se debe implementar de forma certera y

acorde con el diseño para disminuir el consumo, por tal motivo entre más estrategias se implementan, disminuye el consumo final de energía del edificio, esta medida contempla todo el ciclo de vida útil.

El consumo de agua se puede controlar con aparatos hidráulicos de bajo consumo que existen actualmente en el mercado de forma eficaz y poco costosa, pero en el caso de ir un poco más allá la implementación de medidas de recirculación o reutilización de agua lluvias, grises o residuales ofrecen un valor agregado al proyecto, debido a que disminuirá de forma significativa el consumo de este recurso. El retorno de años se ve directamente influenciado con las estrategias implementadas en el proyecto para la disminución de consumo de energía, agua y materiales, entre más y mejores estrategias se usen el retorno en años de dinero invertido se disminuirá.

Las emisiones y el ahorro son inversamente proporcional entre sí, lo que significa que las medidas implementadas van encaminadas a mejorar el impacto ambiental y proporcionarle ahorro económico al usuario final.

9. BIBLIOGRAFÍA

BANCOLOMBIA. 2021. GRUPO BANCOLOMBIA . [En línea] GRUPO BANCOLOMBIA , 23 de ENERO de 2021. [Citado el: 1 de MAYO de 2021.] <https://www.grupobancolombia.com/personas/creditos/vivienda/credito-hipotecario-para-comprar-vivienda>. ISBN.

AI on Edge: Shifting artificial intelligence to the "edge" of the network could transform computing... and everyday life. **Greengard, Samuel. 2020.** 541514, California : Communications of the ACM., 2020, Vol. 63. 0001-0782.

ALAPONT. 2020. Alapont soluciones logisticas. *Alapont soluciones logisticas*. [En línea] Alapont soluciones logisticas, 3 de Febrero de 2020. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://alapontlogistics.com/certificacion-hqe/>. ISSN.

Arango, Santiago Ortega. 2019. *Determinación de la Viabilidad Económica de la Aplicación de Incentivos Tributarios Vigentes para la Construcción Sostenibles en el Sector Residencial en Colombia. Caso de estudio: Edificio Tribeca*. Envigado : Universidad EIA, 2019. ISSN.

ARGOS. 2017. *Caracterización de Impactos Ambientales en la Industria de la Construcción*. Bogotá : ARGOS, 2017. ISSN.

BANCO MUNDIAL. 2011. BANCO MUNDIAL. *BANCO MUNDIAL*. [En línea] 11 de Enero de 2011. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2011/01/11/world-bank-us40-million-for-social-housing-in-colombia-10000-low-income-families-will-benefit>. 3.

BANCO MUNDIAL BIRF - AIF. 2016. Banco Mundial . *Banco Mundial* . [En línea] 19 de Mayo de 2016. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/05/19/tres-ingredientes-clave-para-darles-una-vivienda-a-los-que-no-tienen-techo>. 1.

BANCO MUNDIAL. 2019. *Vivienda Digna para todos*. [aut. libro] Banco Mundial. *Vivienda Digna para todos*. Bogota : Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), 2019.

Bedoya, Carlos Mauricio. 2018. *Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles*. Medellin : Sostenibilidad Tecnologia y Humanismo, 2018. ISBN.

BIOCONSTRUCCIÓN Y ENERGIA ALTERNATIVA. 2019. BEA. *BEA*. [En línea] 9 de Noviembre de 2019. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>. 23.

CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - CAMACOL. 2018. *Políticas para impulsar la demanda de vivienda en Latinoamerica: una mirada a las experiencias recientes*. [aut. libro] Federación Internacional de la Industria de la Construcción. *Políticas para impulsar la demanda de vivienda en Latinoamerica: una mirada a las experiencias recientes*. Bogota : CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - CAMACOL, 2018.

CERTICALIA. 2019. Certicalia. *Certicalia*. [En línea] Certicalia, 24 de Enero de 2019. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.certicalia.com/certificacion-leed/que-es-la-certificacion-leed>. ISSN.

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. 2008. CCCS. CCCS. [En línea] CCCS, 8 de Noviembre de 2008. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.cccs.org.co/wp/acerca-del-cccs/>. ISBN.

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE. 2016. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. [En línea] Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 8 de Noviembre de 2016. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion-en-construccion-sostenible-en-colombia/>. 6.

Construcciones Buen Vivir. 2018. Buen Vivir. *Buen Vivir*. [En línea] Buen Vivir, 29 de Mayo de 2018. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://buenvivir.co/vivienda-de-interes-social/>. ISSN.

CONSTRUCTORA COLPATRIA. 2018. Imagenes proyecto VIS TSR. *Imagenes proyecto VIS TSR*. Bogotá : CONSTRUCTORA COLPATRIA, 2018.

Cruz, Harold y Romero, Jose. 2019. *Metodología de Gestión de Proyectos para la Construcción de Vivienda de Interés Social Sostenible en Colombia*. Mayo : Universidad EAN, 2019. ISBN.

DANE. 2018. DANE. *DANE*. [En línea] 5 de Diciembre de 2018. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_Tecnico_ECV_2018.pdf. ISBN.

—. **2018.** *Proyecciones de Viviendas y Hogares*. Bogota : DANE, 2018. 24.

—. **2020.** *Vivienda VIS y No VIS - Históricos*. Bogota : DANE, 2020. 8.

Desempeño reciente del sector construcción y perspectivas 2020. **Maria, Mauricio Santa. 2020.** 1502, Bogota : La Republica, 2020, Vol. 1. 7.

DINERO. 2001. Dinero. *Dinero*. [En línea] 28 de Septiembre de 2001. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/vis-negocio/7539>. 4.

EDGE. 2017. EDGE BUILDINGS. *EDGE BUILDINGS*. [En línea] 25 de Junio de 2017. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://edgebuildings.com/certify/colombia/?lang=es&lang=es>. ISSN.

EDGE, IFC, CAMACOL. 2017. *Certificación de Construcción Sostenible es la Forma Rápida, Fácil y Asequible Para Construir y Certificar Edificios Sostenibles*. Bogota : CAMACOL, 2017. 345.

Edgewater Networks y Mitel se asocian para certificar la serie 6800 de teléfonos SIP en el laboratorio de interoperabilidad QuickConnect de Edgewater Networks.

Edgewater Networks, Inc. 2017. 79211041, Sna Jose, California : Business Wire, 2017, Vol. 1. ISBN.

EENERGIE-SHOP. 2019. EENERGIE-SHOP. *EENERGIE-SHOP*. [En línea] 22 de Julio de 2019. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.eenergie-shop.es/blog/diferencias-bombillas-led-y-normales>. ISSN.

Evolving the Discipline of Project Management. 2013. *La Guía de Referencia GPM para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos*. Global : Evolving the Discipline of Project Management, 2013. ISSN.

FUNCIÓN PÚBLICA. 2019. Gestor Normativo. *Gestor Normativo*. [En línea] Gestor

Normativo, 4 de Marzo de 2019. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.funcionpublica.gov.co/>. ISSN.

Fundación Mario Santo Domingo. 2016. *Premio Nacional a la Vivienda de Interés Social Sostenible Julio Mario Santo Domingo VISS*. Bogotá : Consejo de Construcción Sostenible, 2016. ISSN.

Gallopín, Gilberto. 2003. *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: en enfoque sistémico*. Santiago de Chile : CEPAL, 2003. 4189.

Giraldo, Carlos, Bedoya, Cesar y Alonso, Luis. 2015. *Eficiencia Energética y Sostenibilidad en la Vivienda de Interés Social en Colombia*. Madrid : Greencities & Sostenibilidad. Convocatoria de Comunicaciones Científicas Universidad Politécnica de Madrid, 2015. ISBN.

IGAC. 2020. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. [En línea] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 24 de Octubre de 2020. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://geoportal.igac.gov.co/>. ISBN.

International Finance Corporation. 2020. Excellence in desing for greater efficiencies. *Excellence in desing for greater efficiencies*. [En línea] International Finance Corporation, 3 de 12 de 2020. [Citado el: 15 de 03 de 2021.] <https://app.edgebuildings.com/project/homes>.

ISO. 2020. ISO. *ISO*. [En línea] ISO, 20 de Febrero de 2020. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es>. ISSN.

Jaramillo, Santiago. 2018. *Proyecto VIS en Colombia con certificación de Sostenibilidad EDGE*. Manizales : Gerencia de Edificios Todo en Facility Management, 2018. 9.

Jiménez, Anderson Urrego. 2020. Portafolio. *Portafolio*. [En línea] 19 de Abril de 2020. [Citado el: 23 de Octubre de 2020.] <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/mas-de-un-tercio-del-pais-en-deficit-habitacional-540036>. 2.

La gestión eficiente de recursos en la Unión Europea: alcance e impacto de la normativa europea para una economía más sostenible y circular. **Heras, Beatriz Perez de las. 2016.** 55, España : Revista de Derecho Comunitario Europeo, 2016, Vol. 1138. 4026.

La Vivienda de Interés Social en Colombia, principios y retos. **G., Clemencia Escallón. 2012.** 2, Bogotá : Scielo, 2012, Vol. 1. 5.

León Arevalo, Katherine Yamile. 2018. *Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia*. Bogota : Universidad Militar Nueva Granada, 2018. 435.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. 2016. *Guía de la sostenibilidad para el ahorro de agua y energia*. Bogotá : MinVivienda, 2016. ISBN.

—. 2018. Minvivienda. *Minvivienda*. [En línea] 20 de Diciembre de 2018. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <https://www.minvivienda.gov.co/sobre-el-ministerio/conceptos-juridicos/vivienda-de-inter%C3%A9s-social>. 23.

Monroy, Jorge Mario Susunaga. 2014. *Construcción Sostenible, una Alternativa para la Edificación de Viviendas de Interes Social y Prioritario*. Bogotá : Universidad Catolica de Colombia, 2014. ISBN.

Poveda, Mentor. 2007. *Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado*. Brasil :

OLADE, 2007. 345.

Ramirez, Sandra Forero y Preciado, Nestor Dario. 2011. *Informe Económico*. Bogota : Camacol, 2011. 30.

Restrepo, Javier Enrique Piñeros. 2018. *Cuantificar el Impacto Financiero en Proyectos de Interés Social de Cundinamarca, por la Implementación de Certificaciones Ambientales como EDGE, CASA COLOMBIA Y HQE*. Bogota : Universidad de Los Andes, 2018. ISBN.

REVITALIZA CONSULTORES. 2018. Revitaliza Consultores. *Revitaliza Consultores*. [En línea] 10 de Julio de 2018. [Citado el: 24 de Octubre de 2020.] <http://revitalizaconsultores.com/blog/2018/07/10/que-es-edge/>. ISBN.

Romero, Jose y Cruz, Harold. 2019. *Metodología de Gestión de Proyectos para la Construcción de Vivienda de Interés Social Sostenible en Colombia*. Bogotá : Universidad EAN, 2019. ISBN.

Stella del Pilar Ortega Canales, Jorge Giovanni Guzman Prada. 2020. *Gestión de Materiales en Edificios Certificados LEED*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2020. BYNC.

ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE IMPACTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL.

En este anexo se identifica los impactos económicos y ambientales; teniendo en cuenta que por cada variable se analizaron los aspectos que influye tanto positivo como negativo en los impactos anteriormente mencionados, los cuales se clasificaron en bajos, medios y altos que se describen en las siguientes tablas:

Variables de ocurrencia.

Tabla 17. Categorización del impacto económico y ambiental del proyecto.

PROBABILIDAD		ECONOMICO		AMBIENTAL	
1 A 2	Baja	1 A 2	Baja	1 A 2	Baja
2 A 3	Media	2 A 3	Media	2 A 3	Media
4 A 5	Alta	4 A 5	Alta	4 A 5	Alta

IMPACTO	
1 AL 8	Bajo
9 AL 16	Medio
17 AL 25	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Matriz de Impacto ambiental y económico.

Tabla 18. Análisis de los aspectos de impacto económico de las medidas de eficiencia del agua.

ITEM 1.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Reducción de costos en la ejecución por la compra de aparatos hidráulicos ahorradores en la construcción	2	2	4
Reducción de consumo de agua por uso de aparatos ahorradores	5	5	25

Reducción de costos durante la vida útil de la edificación por la compra de aparatos hidráulicos ahorradores en la construcción	4	4	16
			15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Análisis de los aspectos de impacto ambiental de las medidas de eficiencia del agua.

ITEM 1.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Reducción del consumo de agua potable	5	5	25
Reducción del impacto ambiental durante la vida útil de la edificación	4	5	20
Reducción del consumo durante la ejecución de la construcción	2	2	4
			16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Análisis de los aspectos de impacto económico de las medidas de eficiencia energética.

ITEM 2.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Reducción de costos en la ejecución por la compra de balas de sobreponer de 5 Watt en la construcción	2	5	10
Reducción de consumo de energía por uso de aparatos ahorradores	4	5	20
Reducción de costos durante la vida útil de la edificación por la compra de balas ahorradores en la construcción	4	4	16
			15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Análisis de los aspectos de impacto ambiental en las medidas de eficiencia energética.

ITEM 2.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Reducción en la disposición de bombillos	3	4	12
Reducción del impacto ambiental durante la vida útil de la edificación	5	5	25
Reducción del consumo durante la ejecución de la construcción	3	4	12
			16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Análisis de los aspectos de impacto económico en las medidas de eficiencia en los materiales.

ITEM 3.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Reducción de costos en la ejecución del proyecto	2	4	8
Reducción de consumo de energía y agua por uso de electrodomésticos ahorradores	4	1	4
Reducción de costos durante la vida útil de la edificación por el uso de electrodomésticos	4	1	4
			5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Análisis de los aspectos de impacto ambiental en las medidas de eficiencia en los materiales.

ITEM 3.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Probabilidad de compra de electrodomésticos ahorradores por parte de los propietarios	2	1	2
Reducción del impacto ambiental durante la vida útil de la edificación	5	3	15
Reducción del consumo durante la ejecución de la construcción	3	3	9
			9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Análisis de los aspectos de impacto económico en la variable de costo presupuestal.

ITEM 4.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Reducción de valores unitarios en aparatos sanitarios.	5	5	25
Reducción de valores unitarios en aparatos eléctricos.	5	5	25
Reducción de valores unitarios en el consumo de materiales.	2	2	4
			18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Análisis de los aspectos de impacto ambiental en la variable de costo presupuestal.

ITEM 4.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Reducción de consumo en aparatos sanitarios.	5	5	25
Reducción de consumo en aparatos eléctricos.	5	5	25
Reducción en el consumo de materiales.	1	1	1
			17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Análisis de los aspectos de impacto económico en la variable social.

ITEM 5.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Asequibilidad de la población de bajos ingresos a una vivienda propia - reducción de la pobreza	4	4	16
Mejoramiento de la calidad de vida de la población vulnerable	5	5	25
Progreso al entorno social de la población.	5	5	25
			22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Análisis de los aspectos de impacto ambiental en la variable social.

ITEM 5.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Asequibilidad de la población de bajos ingresos a una vivienda propia de bajo consumo de recursos - reducción de la pobreza	4	4	16
Mejoramiento de la calidad de vida tanto de la población como de su entorno ambiental.	5	5	25
Disminución del impacto ambiental del entorno.	4	4	16
			19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Análisis de los aspectos de impacto económico de la variable del valor agregado.

ITEM 6.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ECONOMICO	IMPACTO
Añadir valor agregado a las viviendas de interés social en el mercado	5	5	25
Reducción de consumo de servicios públicos reflejado en la factura de los mismos	4	4	16
Existe un periodo de retorno de la inversión del usuario final	4	4	16
			19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Análisis de los aspectos de impacto ambiental de la variable del valor agregado.

ITEM 6.			
ASPECTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMBIENTAL	IMPACTO
Reducción de la huella de carbono durante la vida útil de la edificación.	5	5	25
Reducción del consumo de recursos naturales	5	5	25
Valor agregado al mejoramiento del entorno ambiental de la edificación durante su vida útil.	4	4	16
			22

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE UN PROYECTO VIS CON CERTIFICACIÓN EDGE FRENTE A UN PROYECTO SIN CERTIFICACIÓN EDGE.

En este anexo se expone una lista de características con sus ventajas y desventajas tanto ambientales como económicas en los escenarios realizados, junto con el escenario 0 (sin certificación EDGE).

Con la anterior caracterización se obtiene la lista de chequeo que un Gerente de Proyecto debería tener en cuenta como una herramienta de lecciones aprendidas.

Tabla 30. Análisis de los beneficios económicos y ambientales de un proyecto VIS en el escenario A-B-C y 0.

	PROYECTO A	PROYECTO B		
DESCRIPCIÓN	El proyecto A y B, se encuentra localizado en la ciudad de Bogotá, barrio Madelena, el cual contiene 816 unidades de viviendas de interés social distribuidas en 4 torres de 12 pisos cada una, las áreas de las tipologías de los apartamentos son de aproximadamente 45m2.			
ESCENARIO	ESCENARIO 0	ESCENARIO A	ESCENARIO B	ESCENARIO C
CARACTERÍSTICAS	Este proyecto se construye de la forma habitual sin realizar ningún acondicionamiento para la reducción de recursos.	Este proyecto se le acondiciona algunas de las estrategias planteadas en la aplicación de EDGE para lograr un ahorro de 37,16% en energía, 37,49% en agua y 58,74 en materiales.	Buscando el mejor rendimiento se le realiza algunas mejoras en las medidas obtadas en el escenario A, seleccionando más estrategias aplicables al proyecto y con este ejercicio se consigue	Este escenario, muestra las condiciones "ideales" para un proyecto de interés social, en donde se observa una reducción del más del 50% del consumo en los 3 grandes capítulos que evalúa

			reducir un 48,34% en energía, 52,39% en agua y 58,92 en materiales.	EDGE, debido a que se obtiene un 59,56% en energía, 53,61% en agua y 59,19 en materiales.
Aumento de la calidad de las edificaciones, buscando el mejoramiento de la funcionalidad de los mismos para el usuario final	Aunque en este proyecto no se contempla medidas de eficiencia, vela por mejorar la calidad de la edificación para el beneficio del usuario final.	Con las estrategias propuestas la calidad y la funcionalidad del edificio aumenta con respecto a su eficiencia tanto energetica-hidrica y mecánica.	Con las estrategias propuestas la calidad y la funcionalidad del edificio aumenta con respecto a su eficiencia tanto energetica-hidrica y mecánica, alcanzando la certificación EDGE ADVANCED	Con las estrategias propuestas la calidad y la funcionalidad del edificio aumenta con respecto a su eficiencia tanto energetica-hidrica y mecánica, superando el 50% de ahorro.
Mejorar la calidad de las edificaciones respecto a la protección de los usuarios y a la conservación de los recursos naturales.	La construcción convencional, no tiene como fin conservar los recursos, siendo esto una deficiencia que se busca mejorar en el sector de la construcción.	Gracias a la implementación de medidas de eficiencia, el mejoramiento de la calidad y la funcionalidad de las edificaciones es un hecho, con una característica	Entre más medidas de eficiencia se implementen, se reflejará mayor conservación de los recursos y mejor funcionalidad en las edificaciones.	Entre más medidas de eficiencia se implementen, se reflejará mayor conservación de los recursos y mejor funcionalidad en las edificaciones.

		especial es que estas estrategias van a favor del ambiente.		
Busca disminuir el impacto ambiental nocivo a lo largo del ciclo de vida de la edificación.	Aunque se implementan medidas ambientales durante la construcción del proyecto, se omite durante la entrega y la vida útil del mismo.	En este escenario se implementan acciones que generan una reducción de consumo de recursos ambientales y se contempla durante todo el ciclo de vida de éste.	Este escenario disminuye notablemente el impacto en la generación de energía, consumo de agua y materiales durante el ciclo de vida de la edificación.	Este escenario disminuye notablemente el impacto en la generación de energía, consumo de agua y materiales durante el ciclo de vida de la edificación.
El diseño fomenta sistemas de eficiencia energética, bajo consumo de agua y optimización de materiales	En este proyecto de construcción convencional, el diseño no está enfocado en la implementación de medidas de eficiencia, si no a la parte arquitectónica -	Para la obtención de la certificación EDGE, se debe garantizar la disminución de por lo menos el 20% de energía, agua y materiales.	Para la obtención de la certificación EDGE ADVANCED, se debe garantizar la disminución del 40% de energía, 20% agua y 20% materiales, la cual en este escenario se cumple gracias a las estrategias planteadas.	Para la obtención de la certificación EDGE ADVANCED, se debe garantizar la disminución del 40% de energía, 20% agua y 20% materiales, la cual en este escenario se cumple gracias a las estrategias planteadas.

	económica y funcional.			
Establecer programas para la gestión integral del agua de la edificación antes, durante y después de la ejecución.	No se implementan planes integrales del uso del agua antes, durante y después de la ejecución.	El programa establecido aquí, es la utilización de griferías y sanitarios de bajo consumo.	El programa establecido aquí, es la utilización de griferías y sanitarios de bajo consumo, junto con la reutilización de las aguas grises.	El programa establecido aquí, es la utilización de griferías y sanitarios de bajo consumo, reutilización de las aguas grises y uso de aguas lluvias en las zonas comunes.
Establecer sistemas para el aprovechamiento de las aguas lluvias	Como inicialmente en los diseños no se contemplan sistemas de recolección de aguas, el espacio es muy reducido para una posible implementación.	No contempla esta acción.	No contempla esta acción.	En este escenario se contempla el uso de las aguas lluvias mediante sistemas de captación colocados en la cubierta para uso de los cuartos de aseo de las zonas comunes.
Adecuado manejo de los residuos sólidos durante la ejecución	Durante la construcción se implementan planes del manejo de residuos sólidos, donde se clasifican y se	Durante la construcción se implementan planes del manejo de residuos sólidos, donde se clasifican y se realiza su	Durante la construcción se implementan planes del manejo de residuos sólidos, donde se clasifican y se realiza su	Durante la construcción se implementan planes del manejo de residuos sólidos, donde se clasifican y se realiza su

	realiza su correspondiente disposición final.	correspondiente disposición final.	correspondiente disposición final.	correspondiente disposición final.
Uso de materiales reutilizados y/o recuperados en el proceso constructivo	Los residuos de los materiales utilizados durante la construcción no se utilizan de manera óptima en ella si no que se disponen.	Los residuos de los materiales utilizados durante la construcción no se utilizan de manera óptima en ella si no que se disponen.	Los residuos de los materiales utilizados durante la construcción no se utilizan de manera óptima en ella si no que se disponen.	Los residuos de los materiales utilizados durante la construcción no se utilizan de manera óptima en ella si no que se disponen.
Brindar un valor añadido a los compradores por su calidad y eficiencia a lo largo de su vida útil	No presentan valor añadido.	Por alcanzar los parámetros establecidos de la certificación EDGE, este proyecto adquiere un valor añadido, debido a los mecanismos utilizados para la reducción del consumo de recursos.	Por alcanzar los parámetros establecidos de la certificación EDGE ADVANCED, este proyecto adquiere un valor añadido, debido a los mecanismos utilizados para la reducción del consumo de recursos.	Por alcanzar los parámetros establecidos de la certificación EDGE ADVANCED, este proyecto adquiere un valor añadido, debido a los mecanismos utilizados para la reducción del consumo de recursos.

Ser una construcción sostenible genera deducción de impuestos y atrae incentivos financieros	No presenta características de construcción sostenible.	Este beneficio lo está implementando el gobierno nacional, para volver más atractivo la construcción sostenible y así brindarles facilidades para su ejecución.	Este beneficio lo está implementando el gobierno nacional, para volver más atractivo la construcción sostenible y así brindarles facilidades para su ejecución.	Este beneficio lo está implementando el gobierno nacional, para volver más atractivo la construcción sostenible y así brindarles facilidades para su ejecución.
La ejecución de una construcción sostenible atribuye costos adicionales que asume el comprador final	No es una construcción sostenible, por lo tanto, no genera recargos adicionales al comprador final.	En este escenario no atribuiría costos adicionales, debido a que las medidas se encuentran dentro de lo estimado comúnmente para proyectos VIS (griferías-sanitarios-pintura fachadas).	En este escenario se espera que el costo adicional se vea representado en el costo final del inmueble, el cual este recuperara en 14 años aproximadamente	En este escenario se espera que el costo adicional se vea representado en el costo final del inmueble, el cual este recuperara en 13 años aproximadamente
Innovar practicas constructivas generando beneficios económicos	Durante la ejecución de la edificación, se pueden innovar prácticas como la colocación del concreto mediante bomba, lo cual aumenta el rendimiento del	En el caso de la medida de sombreadamiento, la generación de volúmenes en las ventanas, generan innovación constructiva para que este sea de forma industrializada, como	Para aumentar el porcentaje de ahorro se implementó diversas estrategias que incentivan a la innovación tanto de las practicas constructivas como de diseño atrayendo beneficios económicos.	Para aumentar el porcentaje de ahorro se implementó diversas estrategias que incentivan a la innovación tanto de las practicas constructivas como de diseño atrayendo

	vaciado del elemento, pero beneficiaria solamente a la constructora.	por ejemplo en la modulación de la formaleta.		beneficios económicos.
Innovar practicas constructivas generando beneficios ambientales	En la ejecución de la edificación el uso de bloque de arcilla es fundamental, por lo que se utiliza la reutilización del agua en la cortadora de éste, generando beneficios ambientales.	Cada innovación para la implementación de las medidas de eficiencia, trae consigo beneficios ambientales, debido a que cada estrategia esta destinada a tal fin.	Para aumentar el porcentaje de ahorro se implementó diversas estrategias que incentivan a la innovación tanto de las practicas constructivas como de diseño atrayendo beneficios ambientales.	Para aumentar el porcentaje de ahorro se implementó diversas estrategias que incentivan a la innovación tanto de las practicas constructivas como de diseño atrayendo beneficios ambientales.

La implementación de medidas pasivas (diseños arquitectónicos) contribuye en la sostenibilidad del edificio sin generar gastos mayores	Cada modificación realizada durante o después de la ejecución del proyecto acarree gastos significativos, por lo que se debe tener durante la coordinación de las especialidades para contemplarla en el presupuesto del mismo.	Las medidas pasivas utilizadas en este escenario contribuyen a la sostenibilidad del edificio sin generar gasto adicional.	Las medidas pasivas utilizadas en este escenario contribuyen a la sostenibilidad del edificio sin generar gasto adicional.	Las medidas pasivas utilizadas en este escenario contribuyen a la sostenibilidad del edificio sin generar gasto adicional.
La implementación de medidas impacta económicamente al usuario final.	Como no se implementan medidas adicionales no hay impactos económicos posteriores.	Las medidas utilizadas no impactan económicamente al usuario final, debido a que son de fácil aplicación y se incluyen entre las características de los aptos VIS.	En este escenario se espera que el costo adicional se vea representado en el costo final del inmueble, el cual este recuperara en 14 años aproximadamente	En este escenario se espera que el costo adicional se vea representado en el costo final del inmueble, el cual este recuperara en 13 años aproximadamente

Las estrategias usadas para disminuir el consumo de recursos benefician al constructor por el sello ambiental debido a que pueden vender sus inmuebles con una característica adicional.	No presenta sellos ambientales.	Con la certificación EDGE, el constructor puede ofrecerle al comprador una característica adicional para volverlo más atractivo y así sobresalir en el mercado.	Con la certificación EDGE, el constructor puede ofrecerle al comprador una característica adicional para volverlo más atractivo y así sobresalir en el mercado.	Con la certificación EDGE, el constructor puede ofrecerle al comprador una característica adicional para volverlo más atractivo y así sobresalir en el mercado.
Los ahorros generados gracias al bajo consumo benefician solo al usuario final y al medio ambiente.	No presenta esta característica.	La reducción en el consumo que generara la instalación de los aparatos de bajo consumo, beneficiara netamente al usuario final, gracias al ahorro que se va a ver reflejado en el pago de los servicios públicos.	La reducción en el consumo que generara la instalación de los aparatos de bajo consumo, beneficiara netamente al usuario final, gracias al ahorro que se va a ver reflejado en el pago de los servicios públicos; además de estar seguro que ayuda al medio ambiente, debido al bajo impacto de su inmueble.	La reducción en el consumo que generara la instalación de los aparatos de bajo consumo, beneficiara netamente al usuario final, gracias al ahorro que se va a ver reflejado en el pago de los servicios públicos; además de estar seguro que ayuda al medio ambiente, debido al bajo impacto de su inmueble.

Las acciones utilizadas para disminuir el consumo de los recursos generan un beneficio en la disminución de la generación del CO2 por parte de la edificación durante su vida útil.	La generación de CO2 durante la vida útil de la edificación no disminuye.	Cada medida de eficiencia, impacta positivamente al CO2, debido a que disminuye la huella de carbono que genera la edificación durante su vida útil.	Cada medida de eficiencia, impacta positivamente al CO2, debido a que disminuye la huella de carbono que genera la edificación durante su vida útil.	Cada medida de eficiencia, impacta positivamente al CO2, debido a que disminuye la huella de carbono que genera la edificación durante su vida útil.
Existe un retorno en la inversión a través del tiempo	No presenta esta característica.	Como no se genera una inversión adicional no presenta retorno de ésta.	Existe un retorno que para este escenario es de aproximadamente 14 años.	Existe un retorno que para este escenario es de aproximadamente 13 años.
Existe un ahorro en el pago de servicios públicos, los cuales se beneficiaría el usuario final.	No presenta esta característica.	Gracias al bajo consumo de los aparatos instalados, el usuario lo verá reflejado en el pago de los servicios públicos.	Gracias al bajo consumo de los aparatos instalados y el uso de aguas grises, el usuario lo verá reflejado en el pago de los servicios públicos.	Gracias al bajo consumo de los aparatos instalados, el uso de aguas grises y el uso de aguas lluvias el usuario lo verá reflejado en el pago de los servicios públicos y la administración del conjunto.

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 3. DASHBOARD

Con esta plataforma interactiva, se busca que la organización lleve una lista de chequeo de sus proyectos, para que el gerente tenga una herramienta de lecciones aprendidas con el cual evaluar las decisiones que toma respecto a proyecto de vivienda de interés social o cualquier construcción que desee vincular a la plataforma, en búsqueda de certificar una construcción sostenible en su empresa, y así implementar una buena práctica del PMBOK, de forma amigable e interactiva.

A continuación, se adjunta el vínculo, para iniciar a trabajar en la plataforma obtenida en este trabajo:

<https://d.docs.live.net/f839ea1693a74457/Trabajo%20de%20grado%20Gerencia%20de%20Obras/Trabajo%20de%20Grado%20Posgrado%20Gerencia%20de%20Obras%20Segundo%20Semestre/QxDashboard2.xlsm>